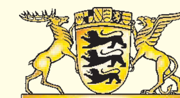


Klimawandel in Baden-Württemberg

 Fakten – Folgen – Perspektiven

LUBW



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

VISIT…

LANZAROTE
Caliente.com

Inhalt

	Seite
VORWORT	
METEOROLOGISCHE DATEN	
Globaler Klimawandel	4
Regionaler Klimawandel	6
Perspektiven für die Zukunft	8
Extremereignisse	10
KLIMAFOLGEN	
Menschliche Gesundheit	12
Wasserwirtschaft	16
Bodenschutz	20
Landwirtschaft	24
Forstwirtschaft	28
Natur- und Artenschutz	32
Tourismus	36
Wirtschaft	40
AUSBLICK	44
LINKS / IMPRESSUM	46



Unser Klima

Der Klimawandel und seine Folgen sind in aller Munde. Den meisten ist er als ein globales Problem bewusst, das die Weltgesellschaft in diesem Jahrhundert vor große Herausforderungen stellt. Weit weniger bewusst ist, dass der Klimawandel auch regionale Konsequenzen haben wird, in Deutschland und auch bei uns in Baden-Württemberg.

Welche konkreten Folgen hat der Klimawandel bereits in Baden-Württemberg oder wird er in Zukunft haben? Welche Regionen unseres Landes und welche Bereiche unserer Gesellschaft werden direkt und in welchem Ausmaß betroffen sein?
Auf diese Fragen will die vorliegende Klimabroschüre Antworten geben.

Das Land Baden-Württemberg hat sehr frühzeitig damit begonnen, den Klimawandel und seine Auswirkungen zu untersuchen. Bereits 1999 wurde gemeinsam mit dem Land Bayern und dem Deutschen Wetterdienst das Kooperationsvorhaben Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft (KLIWA) gestartet. KLIWA soll für den Zeithorizont 2021 bis 2050 Erkenntnisse über die möglichen Auswirkungen der Klimaveränderung auf den regionalen Wasserhaushalt entwickeln, auf denen Anpassungsmaßnahmen für die Wasserwirtschaft basieren können.

In dem Projekt Klimawandel – Auswirkungen, Risiken, Anpassung (KLARA) wurden 2001 Bereiche außerhalb der Wasserwirtschaft betrachtet und von 2006 bis 2010 das Forschungsprogramm Herausforderung Klimawandel Baden-Württemberg durchgeführt. Im Jahr 2006 veröffentlichte das Land den Klimaatlas Baden-Württemberg, der das Klima und die Klimaentwicklung für den 30-Jahreszeitraum von 1971 bis 2000 beschreibt. Darüber hinaus wurden verschiedene Aspekte des Klimawandels durch das Umweltforschungsprogramm BWPLUS sowie in Projekten der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) untersucht. Im Jahr 2011 startete das aktuelle Forschungsprogramm Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg (KLIMOPASS). Im Rahmen dieses Programms werden sowohl Forschungsprojekte zur Grundlagenforschung als auch angewandte Forschungsprojekte durchgeführt. Mit KLIMOPASS möchte die Landesregierung auch zukünftig die Erforschung der regionalen Klimaauswirkungen vorantreiben und Wissenslücken schließen. Nun muss die Forschung einen Beitrag dazu leisten, dass der Klimawandel und seine Folgen in der regionalen und lokalen Ausprägung weiter konkretisiert und die Unsicherheiten reduziert werden.

Diese vielfältigen Aktivitäten bilden die Grundlage für die vorliegende Klimabroschüre und ermöglichen, dass wir heute schon recht gute Aussagen über den regionalen Klimawandel in Baden-Württemberg mit seinen Folgen treffen können. Sie ermöglichen es auch, Bereiche zu identifizieren, in denen Anpassungsmaßnahmen notwendig werden.

Die Ergebnisse zeigen, der Klimawandel ist bereits Realität. Um den Klimawandel zu begrenzen und auf einem beherrschbaren Maß zu halten, müssen intensive Klimaschutzmaßnahmen ergriffen werden. Klar ist aber schon jetzt, dass die Bewältigung der Klimafolgen große Anstrengungen notwendig macht. Die Zusammenführung des aktuellen Kenntnisstandes zum Klimawandel in Baden-Württemberg in dieser Broschüre leistet dazu im Hinblick auf die Information der Bürgerinnen und Bürger einen wichtigen Beitrag. Weiter hat der Ministerrat die Erarbeitung einer Anpassungsstrategie an die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels für Baden-Württemberg beschlossen. Die vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse dienen dabei als wichtige Grundlage.

Franz Untersteller MdL
Minister für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg

Globaler Klimawandel

Die Temperatur steigt und steigt

Zwischen 1900 und 2005 ist die globale Durchschnittstemperatur um ca. 0,7 °C angestiegen – allein um rund 0,6 °C in den letzten 50 Jahren. Die Erwärmung könnte im Jahr 2100 in Europa sogar mehr als 6 °C betragen.

Um den drohenden Klimawandel zu untersuchen, richteten die Vereinten Nationen und die Welt-Meteorologie-Organisation (WMO) bereits 1988 den Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ein. In seinem aktuellen Bericht kommt der IPCC 2007 zu dem Schluss, dass der Klimawandel dramatischer ausfallen könnte, als bis dahin angenommen. Allein in den letzen 50 Jahren war der globale Temperaturanstieg fast doppelt so groß wie in den letzten hundert Jahren. Zahlreiche Klimamodelle zeigen, dass die Durchschnittstemperatur bei den derzeitigen CO_2-Emissionen weiter ansteigen wird. Die Politik in Deutschland, Europa und in vielen anderen Staaten hat zwar vielfältige Klimaschutz-Maßnahmen auf den Weg gebracht, die die Emissionen in verschiedenen Bereichen bereits reduzierten. Doch die weltweite Emissionszunahme konnte dadurch nicht aufgewogen werden. Die aktuellen politischen Anstrengungen im Klimaschutz reichen nicht aus, um den Klimawandel in den nächsten Jahrzehnten aufzuhalten. Aufgrund der Trägheit des Klimasystems würde sich trotz eines sofortigen Emissionsstopps der Temperaturanstieg zunächst fortsetzen. Es muss mehr getan werden, da die Folgen der Klimaerwärmung die Lebensgrundlagen der Menschen in vielen Staaten aber auch die vieler Pflanzen und Tiere verändern und teilweise sogar bedrohen.

KLIMA VON HEUTE

Kohlendioxid, Wasserdampf und andere Treibhausgase behindern die Wärmeabstrahlung der Erde und erwärmen sie so. Je mehr dieser Gase in der Atmosphäre enthalten sind, desto dicker ist das „Glas“ des Treibhauses.

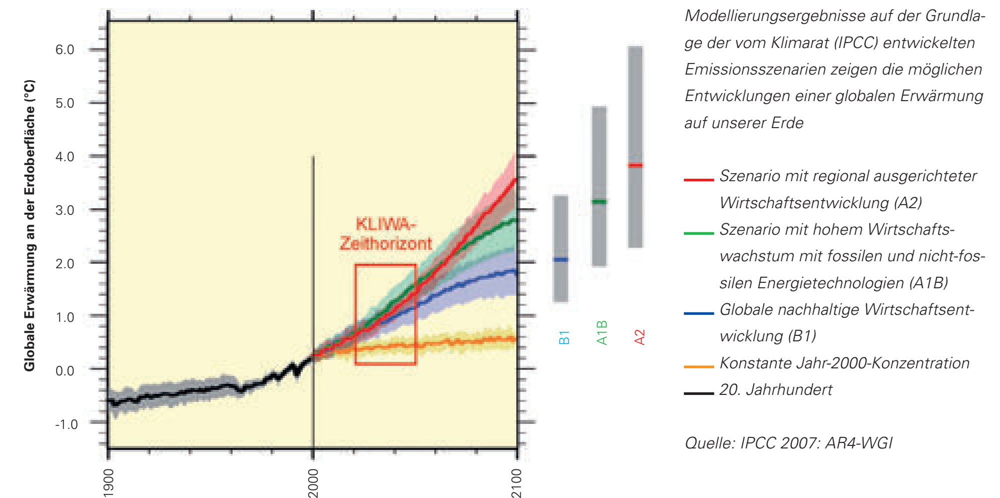
Laut IPCC-Bericht 2007 haben die weltweiten Treibhausgas-Emissionen seit dem späten 18. Jahrhundert kontinuierlich zugenommen. Der größte Anstieg erfolgte zwischen 1970 und 2004. Vor der Industrialisierung lag der CO_2-Gehalt der Atmosphäre relativ konstant bei 280 ppm (parts per million). Durch die Verbrennung von Kohle, Öl und Gas steigt dieser Wert immer weiter an – und mit ihm die Durchschnittstemperatur.

Seit der Jahrhundertwende um 1900 zeigen nahezu alle Messreihen weltweit eine Temperaturzunahme von 0,7 °C. Auch extreme Wetterlagen machen uns zu schaffen: 2003 litt ganz Europa wochenlang unter Temperaturen bis zu 40 °C. Mit 12,7 °C im weltweiten Durchschnitt waren die Temperaturen im Januar 2007 die wärmsten, die jemals für diesen Monat gemessen wurden. 2009 war global das zweitwärmste Jahr seit 1880. Deutschland ist dabei keine Ausnahme: Das letzte Jahrzehnt war das wärmste seit 130 Jahren.

KLIMA VON MORGEN

Die Klimamodelle des IPCC werden an den umfangreichen Messdaten der Vergangenheit sorgfältig geprüft. Die heutige CO_2-Konzentration in der Atmosphäre beträgt laut IPCC knapp 400 ppm. Sie erhöhte sich seit dem Jahr 1750 um rund 30 Prozent. Der IPCC und der Wissenschaftliche Beirat globaler Umweltveränderungen (WBGU) der Bundesregierung rechnen damit, dass bei über 450 ppm die globale Durchschnittstemperatur um über 2 °C steigen wird. Die Verminderung der Treibhausgasemissionen wird letztlich entscheidend sein. Klimamodelle können nicht in die Zukunft sehen, sie können sie aber abschätzen. Dazu werden in sogenannten Szenarien unterschiedliche Entwicklungen für das Bevölkerungswachstum, ökonomische Wachstum, den Einsatz ressourceneffizienter Technologien und die Emission von Treibhausgasen mit meteorologischen Computermodellen verknüpft. Das Resultat der Berechnungen des IPCC: Alle Szenarien ergeben einen weiteren Temperaturanstieg gegenüber heute. Wenn nicht gegengesteuert wird, könnte Europa sogar im schlechtesten Falle bei einem Plus von über 6 °C im Jahr 2100 landen. Der IPCC und der WBGU zeigen auch die Konsequenzen für unser Leben auf der Erde auf: Je höher die Erwärmung ausfällt, desto stärker und unbeherrschbarer sind die Folgen für unsere Lebensgrundlagen.

GLOBALE ERWÄRMUNG AN DER ERDOBERFLÄCHE (1900-2100)

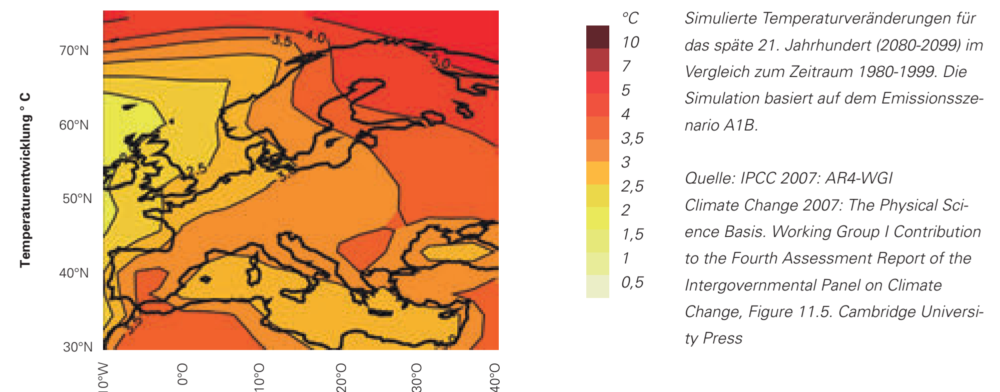


Modellierungsergebnisse auf der Grundlage der vom Klimarat (IPCC) entwickelten Emissionsszenarien zeigen die möglichen Entwicklungen einer globalen Erwärmung auf unserer Erde

- *Szenario mit regional ausgerichteter Wirtschaftsentwicklung (A2)*
- *Szenario mit hohem Wirtschaftswachstum mit fossilen und nicht-fossilen Energietechnologien (A1B)*
- *Globale nachhaltige Wirtschaftsentwicklung (B1)*
- *Konstante Jahr-2000-Konzentration*
- *20. Jahrhundert*

Quelle: IPCC 2007: AR4-WGI

TEMPERATURÄNDERUNG IN EUROPA (1980-2099)



Simulierte Temperaturveränderungen für das späte 21. Jahrhundert (2080-2099) im Vergleich zum Zeitraum 1980-1999. Die Simulation basiert auf dem Emissionsszenario A1B.

Quelle: IPCC 2007: AR4-WGI Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Figure 11.5. Cambridge University Press



Klimawandel in Baden-Württemberg

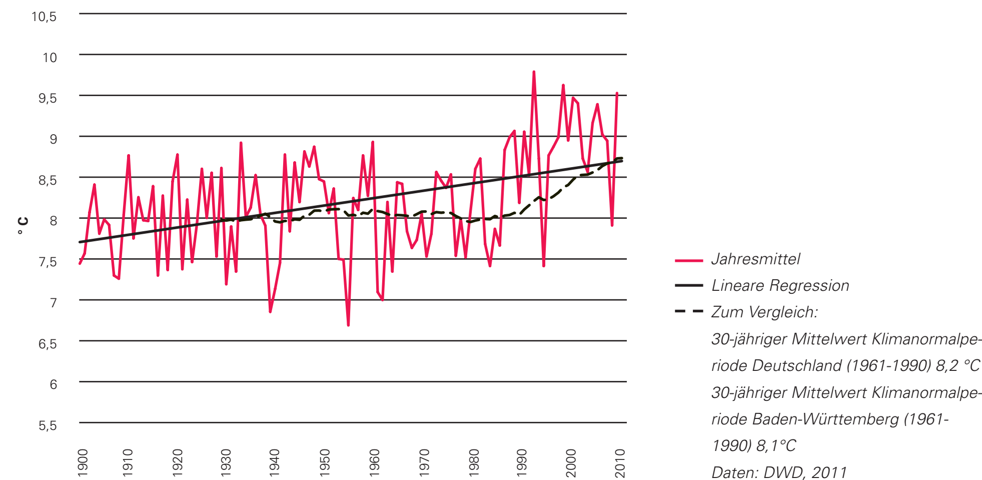
Baden-Württemberg bleibt vom Klimawandel nicht verschont: Es wurde bereits deutlich wärmer im Land, besonders im Winter. Diese Entwicklung wird sich noch verstärken – mit allen Konsequenzen.

Das Land Baden-Württemberg ist heute schon vom Klimawandel stark betroffen, der sich in Zukunft voraussichtlich noch verstärken wird. Dank der vom Land mit finanzierten Forschungsprogramme KLIWA (Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft), KLARA (Klimawandel – Auswirkungen, Risiken, Anpassung) und Herausforderung Klimawandel Baden-Württemberg sind umfangreiche Datengrundlagen vorhanden. Allein für KLIWA wurden über 250 Wetterstationen und rund 40 Flusspegel im Land ausgewertet. Neben Datenerhebungen wurden auch Szenarien für die zukünftige Entwicklung im Land erstellt. Ergebnis: Die Durchschnittstemperatur im Land hat sich im 20. Jahrhundert deutlich erhöht. Diese Erwärmung wird sich auch künftig fortsetzen – mit allen Auswirkungen auf das Wetter, Pflanzen, Tiere und auf uns Menschen. Das erste Jahrzehnt im neuen Jahrtausend war in Deutschland die wärmste Dekade seit mindestens 130 Jahren. In Baden-Württemberg hat die Jahresdurchschnittstemperatur um über 1 °C zugenommen, weltweit dagegen nur um ca. 0,7 °C (IPCC Vergleichszeitraum 1906-2005).

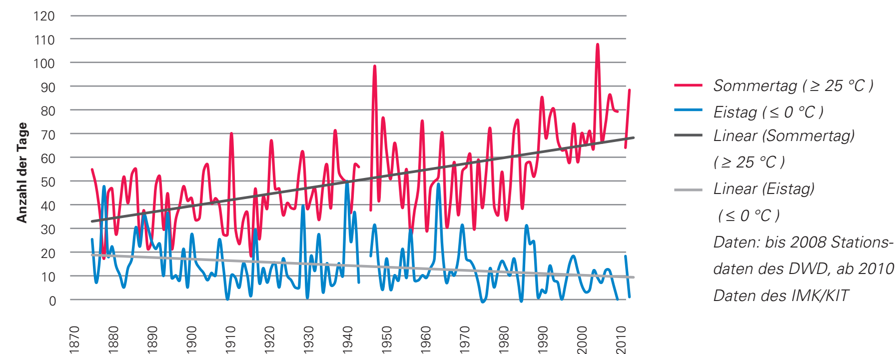
KLIMAWANDEL HEUTE

Der Klimawandel ist in Baden-Württemberg in vollem Gange: Die Jahresmitteltemperatur stieg seit 1901 bis heute von rund 8 °C auf über 9 °C an. Der größte Anstieg erfolgte dabei erst in den letzten 30 Jahren seit 1980. Ein Beispiel verdeutlicht die Konsequenz dieser scheinbar geringen Änderung: In Karlsruhe herrschen heute die gleichen Temperaturen wie im französischen Lyon vor 75 Jahren. Die Höchstniederschläge haben im Winter bis zu 35 Prozent zugenommen, ebenso die Zahl der Hochwasserereignisse in den letzten 30 Jahren. Die Sommer im Land sind dagegen eher trockener als früher. Die Zahl der Tage mit Schneedecke hat in tiefer liegenden Gebieten im Mittel um 30 bis 40 Prozent abgenommen. Die LUBW ließ die langjährigen Messreihen an einigen ausgewählten Wetterstationen im Land auswerten. Auch hier bestätigten sich die Trends des Klimawandels. So gab es in Stuttgart im Jahr 1953 noch 25 Eistage (Höchsttemperatur unter 0 °C) und genauso viele Sommertage (Höchsttemperatur mindestens 25 °C). Bis 2009 erhöhte sich die Zahl der Sommertage in Stuttgart auf 45, während die Eistage auf nur noch 15 zurückgingen.

JAHRESMITTELTEMPERATUR IN BADEN-WÜRTTEMBERG (1901-2011)



JÄHRLICHE ANZAHL DER SOMMER- UND EISTAGE IN KARLSRUHE (1876-2011)



KLIMAWANDEL MORGEN

Die Durchschnittstemperatur wird nach den Berechnungen aller Klimaszenarien in Baden-Württemberg auch künftig weiter zunehmen, bis zum Jahr 2050 um 0,8 bis 1,7 °C. Die Hitzetage (Höchsttemperatur mindestens 30 °C) treten doppelt so häufig auf. Im Gegenzug gehen die Frost- und Eistage deutlich zurück.

Ganz besonders betroffen ist die Rheinebene. So wird die Anzahl der Sommertage z.B. in Karlsruhe von derzeit knapp 60 Tagen bis Mitte des Jahrhunderts auf über 80 Tage ansteigen. Die Niederschläge im Winter werden je nach Region um bis zu 35 Prozent zunehmen. Damit einher geht eine größere Hochwassergefahr im Winter.

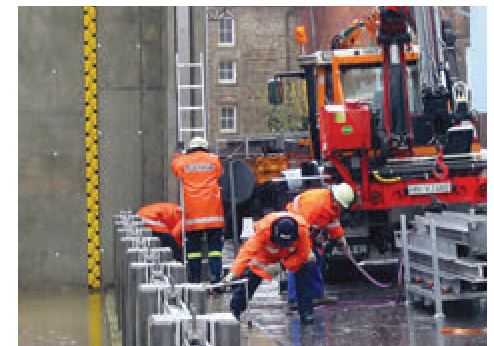
Für den Neckar wurde z.B. ermittelt, dass ein Jahrhundert-Hochwasser bis zum Jahr 2050 um 15 Prozent mehr Wasser führen könnte als bisher. Dementsprechend sollten neue Anlagen zum Hochwasserschutz größer dimensioniert oder bei Bedarf nachgerüstet werden. Die Zahl heftiger Gewitter wird voraussichtlich ebenfalls zunehmen und damit auch kleinere Flüsse und Bäche mit Hochwasser bedrohen. Insgesamt werden aber im Sommer die Trockenperioden wahrscheinlich häufiger auftreten und länger dauern.

Perspektiven für die Zukunft

Mit Klimasimulationen der Zukunft auf der Spur

Globale Klimamodelle erlauben keine Aussage zu den Klimafolgen vor Ort. Kleinräumige Simulationen schaffen hier Abhilfe und bieten eine bessere Datenbasis.

Das Institut für Meteorologie und Klimaforschung des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) führte im Forschungsprogramm Herausforderung Klimawandel Baden-Württemberg eine Reihe von regionalen Klimasimulationen für die jüngere Vergangenheit (1971 bis 2000) und die Zukunft (2011 bis 2040) durch. Dazu benutzten die Forscher erstmals das regionale Klimamodell COSMO-CLM, in einer Auflösung von sieben Kilometern. Im Vergleich zu anderen Klimamodellen sind damit kleinräumigere Aussagen möglich. Obwohl solche Modelle nur mögliche Zukunftsszenarien beschreiben, können die Verantwortlichen vor Ort wie Kommunalverwaltungen oder Landratsämter damit genauer abschätzen, welche Folgen für ihr Gebiet durch den Klimawandel auf sie zukommen können. Mögliche Anpassungsstrategien, z.B. zum Hochwasserschutz, können so zielgenauer beraten und geplant werden.



Feuerwehrleute errichten einen Hochwasserschutzwall

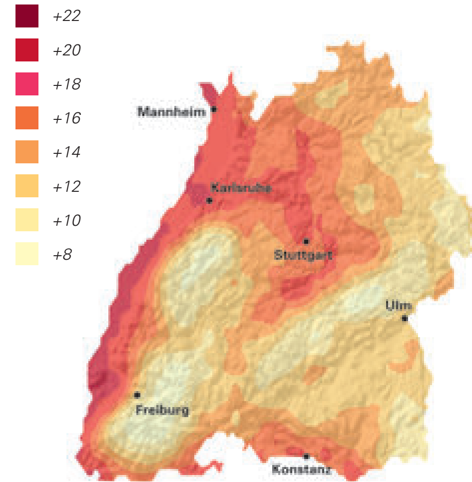
WARME SOMMER, MILDE WINTER

In den Jahren 1971 bis 2000 gab es im Rheintal über 50 Sommertage im Jahr, während die mittleren und höheren Lagen des Schwarzwaldes und der Schwäbischen Alb nur zehn Sommertage aufwiesen.

In der Zukunft (2011 bis 2040) wird die Zahl der Sommertage (Höchsttemperatur mindestens 25 °C) landesweit zunehmen, allerdings regional unterschiedlich: Im Rhein- und Neckartal sowie am Bodensee steigt die Anzahl um 15 bis 20 Tage im Jahr, in den höheren Lagen um nicht ganz zehn Tage. Während dies für das Rheintal „nur" 40 Prozent Zunahme bedeutet, kann es in Gebieten des Schwarzwaldes und der Schwäbischen Alb sogar doppelt so viele Sommertage geben. Zudem zeigt das Forschungsprogramm KLARA, dass es vor allem in den tieferen Lagen des Landes wie dem Oberrheintal im Zeitraum 2046 bis 2055 gegenüber den Jahren 1951 bis 2000 teilweise bis zu 15 Hitzetage (Höchsttemperatur mindestens 30 °C) mehr geben wird.

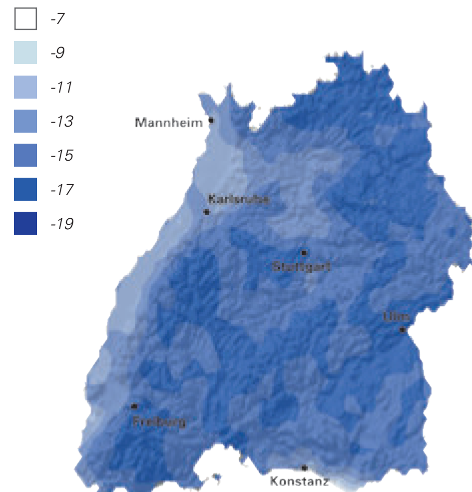
Ein ähnliches Bild – nur umgekehrt – ergibt sich bei den Frosttagen: Die mittleren und höheren Lagen in den Mittelgebirgen haben bisher (1971 bis 2000) über 120 solcher Tage (Tiefsttemperatur unter 0 °C) gegenüber unter 80 Tagen im Rheintal. Im Zeitraum 2011 bis

ZAHL DER SOMMERTAGE



Änderung der Anzahl der Sommertage (≥ 25 °C) zwischen 1971-2000 und 2011-2040. Quelle: IMK-TRO/KIT, 2010

ZAHL DER FROSTTAGE



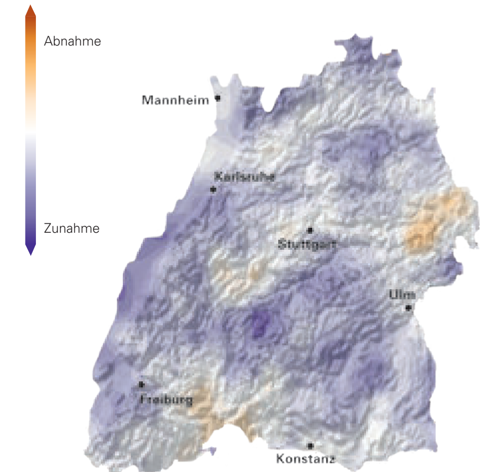
Änderung der Anzahl der Frosttage zwischen 1971-2000 und 2011-2040. Quelle: IMK-TRO/KIT, 2010

2040 reduziert die Klimaerwärmung die Frosttage: Um etwa zehn Tage pro Jahr im Rhein- und Neckartal sowie am Bodensee, um 15 bis 20 Frosttage in den höheren Lagen. Relativ gesehen ist der Rückgang in den niedrigen Lagen jedoch stärker, weil es dort schon vorher weniger Frosttage gab.

REGEN FÄLLT SELTENER ABER STÄRKER

Das KIT untersuchte auch, wie wahrscheinlich es ist, dass Starkregen in Baden-Württemberg künftig zunehmen. Um die Aussagesicherheit zu verbessern, wurde dabei weltweit erstmals die Ensemblemethode mit hoher Auflösung verwendet. Hierfür wird eine Reihe von Simulationen unter veränderten Bedingungen (Ensemble) durchgeführt und statistisch ausgewertet. Vor allem in den Mittelgebirgen stellen durch Starkregen verursachtes Hochwasser, Hangrutsche oder Erosionen eine Gefahr dar. Die Karte zeigt, dass in bestimmten Regionen des Landes die Wahrscheinlichkeit für häufigere und intensivere sommerliche Starkniederschläge (blaue Flächen) in der Zukunft steigt. In einigen Gebieten bleibt sie gleich, nur in wenigen geht sie zurück. Die Klimasimulationen deuten darauf hin, dass sich zwar die Niederschlagsmengen innerhalb eines Jahres kaum ändern werden, aber dass sie sich anders verteilen. Jahre mit besonders nassen und besonders trockenen Perioden werden künftig wahrscheinlicher. Insgesamt werden die Extreme in Baden-Württemberg zunehmen.

STARKNIEDERSCHLÄGE IM SOMMER



Wahrscheinlichkeit, dass im Zeitraum 2011-2040 und im Vergleich zum Zeitraum 1971-2000 sommerliche Starkniederschläge zu- oder abnehmen. Quelle: IMK-TRO/KIT, 2010

Extremereignisse

Heftige Stürme und häufiger Hagel

Extreme Wetterereignisse können erhebliche Schäden verursachen. Wird sich die Häufigkeit und Intensität von Sturm, Hagel und Gewitter künftig erhöhen?

Ob der Anstieg der Häufigkeit von Unwettern mit dem Klimawandel zu tun hat, ist noch nicht eindeutig belegt. Allerdings gab es in den letzten 20 Jahren vermehrt schwere Winterstürme, die auch Baden-Württemberg trafen. Beispiele sind die Winterstürme Daria (1990), Vivian und Wiebke (1990), Lothar (1999), Kyrill (2007) und zuletzt Xynthia (2010). Die dabei aufgetretenen Böengeschwindigkeiten reichten von 150 km/h über dem Flachland bis über 200 km/h über den Mittelgebirgsregionen.

Eine Auswertung an verschiedenen Wetterstationen im Land ergab, dass die Böengeschwindigkeiten an Talstationen im Gegensatz zu Bergstationen in der Vergangenheit leicht zugenommen haben. Ebenfalls gestiegen sind die Häufigkeit und Intensität von Hagelstürmen. Gebäudeversicherungsdaten für Baden-Württemberg lassen erkennen, dass zwischen 1986 und 2008 die Schadenssummen stark gewachsen sind. Die Zahl der Tage, an denen Hagelschäden gemeldet wurden, lag in den 1980er Jahren bei etwa zehn pro Jahr, stieg in den 1990ern auf 20 an und liegt nun zwischen 30 und 40 Tagen. Ein verbessertes Wissen über mögliche Änderungen in der Häufigkeit und Intensität von extremen Ereignissen hat damit eine große volkswirtschaftliche und gesellschaftliche Relevanz.

KOSTEN DURCH STURM UND HAGEL

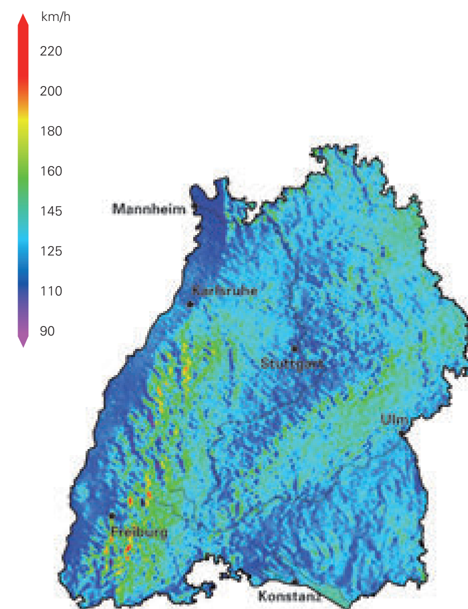
Schwere Hagelstürme können Gebäude, Fahrzeuge und Felder massiv schädigen. In Baden-Württemberg verursacht Hagel fast 40 Prozent (ca. 50 Mio. Euro) aller durch Naturereignisse bedingten Schäden an Gebäuden. Noch höher sind die Gesamtkosten einzelner Winterstürme. Allein die Schäden des Orkantiefs Lothar summieren sich nach Bilanzen der Münchner Rückversicherung für Süddeutschland, Nordfrankreich, die Schweiz und Österreich auf insgesamt 8,64 Milliarden Euro. Gut die Hälfte der Schäden war versichert. Stürme mit höheren Windgeschwindigkeiten kosten überproportional mehr Geld.

Der interdisziplinären Forschungseinrichtung im Bereich des Katastrophenmanagements (CEDIM) zufolge könnte ein Sturm wie Lothar mit nur zehn Prozent höheren Windgeschwindigkeiten die dreifachen Schäden verursachen. Untersuchungen lassen vermuten, dass sich das Sturmklima in Baden-Württemberg bis 2050 nicht signifikant ändern wird. Aber auch in Zukunft müssen wir mit ähnlich schweren Stürmen wie Lothar rechnen. Relativ höhere Temperaturen und Luftfeuchtigkeit erhöhen das Gewitter- und Hagelpotenzial.



Gewitter und Starkregen nehmen zu

STURMGEFÄHRDUNGSKARTE



Die Karte zeigt die sturmgefährdeten Gebiete in Baden-Württemberg. Quelle: Heneka et al., Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 2006; Hofherr und Kunz, Clim. Res., 2010

WO WIRD DER WIND GEFÄHRLICH?

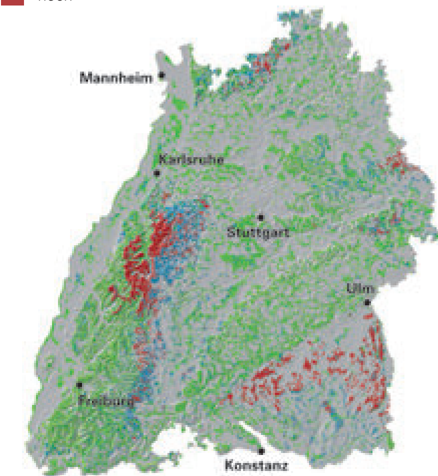
Die Sturmgefährdungskarte zeigt, mit welchen Windgeschwindigkeiten im Mittel alle 50 Jahre einmal zu rechnen ist. Hohe Windgeschwindigkeiten treten vor allem in Höhenlagen und in Gelände mit stark strukturierter Oberfläche wie dem Schwarzwald oder der Schwäbischen Alb besonders häufig auf. Ein hohes Schadensrisiko besteht aber erst, wenn an gefährdeten Orten eine Verwundbarkeit vorliegt, beispielsweise wenn dort Gebäude oder windwurfanfällige Bäume stehen.

Im Rahmen des Verbundprojekts RESTER (Strategien zur Reduzierung des Sturmschadenrisikos für Wälder) wurden auf der Grundlage flächiger Schäden, die infolge der Winterstürme Wiebke (1990) und Lothar (1999) in den Wäldern Baden-Württembergs entstanden sind, Sturmschadenswahrscheinlichkeiten für die gesamte Waldfläche Baden-Württembergs berechnet. Die höchsten Sturmschadenswahrscheinlichkeiten treten – vorausgesetzt die maximale Böengeschwindigkeit überschreitet 126 km/h – vor allem dort auf, wo Nadelwald auf stark exponierten Standorten mit wechselfeuchten Böden über Buntsandstein vorkommt. Sturmgefährdete Gebiete sind u.a. die Höhenzüge des nördlichen Schwarzwalds sowie der östliche Odenwald.



Waldschaden nach Wintersturm Lothar im Jahr 1999.

STURMSCHÄDEN IN WÄLDERN



Sturmschadensanfälligkeit für Wälder in Baden-Württemberg auf der Basis der Winterstürme Wiebke und Lothar. Quelle: Meteorologisches Institut der Universität Freiburg



Klimawandel birgt Gesundheitsrisiken

Zunehmende Hitze und Schwüle machen besonders älteren Menschen schwer zu schaffen. Der Klimawandel kann uns darüber hinaus auch neue Krankheiten und Allergie auslösende Pflanzenarten bescheren.

Bislang geht es uns in Baden-Württemberg richtig gut: Laut Statistischem Landesamt ist die Lebenserwartung der Bevölkerung in Baden-Württemberg sehr hoch. Das durchschnittliche Lebensalter der Frauen beträgt 83,3 Jahre, das der Männer 78,6 Jahre. Damit nimmt die Lebenserwartung in Baden-Württemberg im EU-Vergleich eine Spitzenstellung ein.

Studien des Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC (2007) sowie die Ergebnisse aus KLARA und KLIWA zeigen jedoch, dass wir Mitteleuropäer künftig mit mehr und noch heißeren Tagen und längeren Hitzewellen rechnen müssen. Das trifft den Südwesten besonders. Nimmt die Hitze zu, könnten in Baden-Württemberg mehr Menschen erkranken und früher sterben als bisher. Um das genauer zu erfassen, wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens KLARA die Auswirkungen des Klimawandels auf die witterungsbedingte Mortalität in Baden-Württemberg untersucht.

Wärme liebende Krankheitsüberträger könnten bald unsere Gesundheit gefährden. Zecken breiten sich weiter aus. Neue Tier- und Pflanzenarten wandern ein. Schlimmstenfalls müssen wir dann sogar mit tropischen Krankheiten wie dem Chikungunya- und Denguefieber leben.

FAKTEN



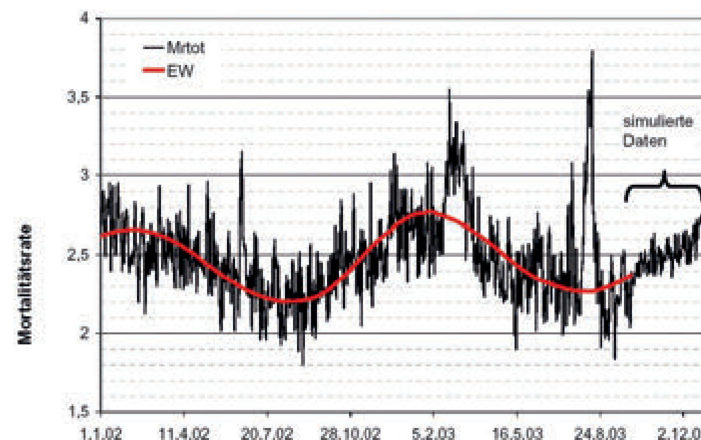
HITZE UND SCHADORGANISMEN

Der Mensch bevorzugt ein ausgeglichenes Klima. Im extrem heißen Sommer 2003 starben in Baden-Württemberg schätzungsweise 2000 vor allem ältere und pflegebedürftige Menschen an Folgen der Hitze! Die Ursachen der Todesfälle waren Herzinfarkt, Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems, der Nieren und der Atemwege sowie Stoffwechselstörungen.

Mit steigenden Durchschnittstemperaturen nimmt die Zahl und Verbreitung von Organismen zu, die Krankheiten übertragen oder hervorrufen können. So wurden 2008 in Baden-Württemberg neue Standorte der Sandmücke nachgewiesen. Diese blutsaugenden Insekten können eine tropische Parasiteninfektion, die Leishmaniose, übertragen, die bisher in Europa nur aus dem Mittelmeerraum bekannt war. Bereits sehr häufig sind bei uns Zecken, die Borreliose und FSME (Frühsommer-Meningoenzephalitis) verbreiten können. Eine andere Zeckenart (Schafzecke) ist in die Verbreitung des Q-Fiebers, einer schweren bakteriellen Infektionskrankheit, involviert. Der Q-Fieber-Erreger wird von den Zecken zunächst auf Nutztiere wie Rinder, Schafe und Ziegen übertragen und kann dann vor allem durch Einatmen von kontaminiertem Staub zur Erkrankung beim Menschen führen. Zukünftig muss mit weiteren, durch Zecken übertragenen Infektionen wie dem Mittelmeerfleckfieber bei uns gerechnet werden.

Ebenfalls auf dem Vormarsch ist die Beifuß-Ambrosie, eine Allergie auslösende Pflanze, die sich vor allem im Oberrheingebiet und im Stuttgarter Raum ausbreitet. Noch sind die Konzentrationen der Ambrosia-Pollen niedrig. Allerdings können zusätzliche Pollentransporte mit dem Wind aus Frankreich Allergiker belasten.

GESAMTMORTALITÄTSRATE PRO 100.000 EINWOHNER 2002-2003



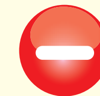
Gesamtmortalitätsrate in Baden-Württemberg 2002-2003 (Mrtot: statistisch registriert; EW: Erwartungswert) Quelle: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), 2005: KLARA

CHANCEN UND RISIKEN FÜR DIE GESUNDHEIT



CHANCEN

- weniger Tage mit Kältestress
- weniger kältebedingte Krankheits- und Todesfälle



RISIKEN

- mehr Tage mit Hitzestress
- mehr Hitzetote
- neue und mehr Infektionskrankheiten
- neue Allergie auslösende Pflanzenarten
- Abnahme der Arbeitsproduktivität bei extremer Hitze

FOLGEN/ PERSPEKTIVEN



KÜNFTIG MEHR HITZETOTE IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Im Projekt KLARA haben Wissenschaftler des Potsdamer Instituts für Klimaforschung errechnet, wie viele Baden-Württemberger zukünftig an den gesundheitlichen Folgen des Klimawandels sterben könnten. Dazu haben sie die geschätzten witterungsbedingten Todesfälle in einem Basisszenarium (1951-2000) mit denen für ein klimatologisches Folgeszenarium (2046-2055) verglichen. Diese Szenarien zeigen, dass es bis 2055 in allen Höhenlagen deutlich mehr Tage mit Wärmebelastung gibt als bisher. Gleichzeitig sinken in den meisten Kreisen die Tage mit Kältestress, allerdings nicht so stark, wie die Hitzetage zunehmen.

Daneben haben die Forscher aus Mortalitätsdaten ermittelt, wie empfindlich die Bevölkerung auf Hitze- und Kältestress reagiert. Das Ergebnis: Besonders empfindlich sind Menschen über 75 Jahre. Multipliziert man die Anzahl dieser Altersgruppe mit der Auftretenshäufigkeit von thermischen Belastungen, erhält man die Anfälligkeit der Bevölkerung für Hitze- oder Kältestress. Da die Bevölkerung in Baden-Württemberg immer älter wird, erhöht sich die Anfälligkeit der Bevölkerung um durchschnittlich 20 Prozent. Bis 2055 könnten daher landesweit jährlich 180 bis 400 zusätzliche hitzebedingte Todesfälle auftreten, sofern keine Anpassungsmaßnahmen getroffen werden. Die positiven Effekte der sinkenden Zahl der Kältestress-Tage können diesen Anstieg nicht ausgleichen.

AUS EXTREMEREIGNISSEN KLUG WERDEN

Vor diesem Hintergrund und angesichts der Erfahrungen aus dem Extremjahr 2003 sind Anpassungen dringend gefragt. In einer ersten Maßnahme wurde ein Hitzewarnsystem eingerichtet, mit dem allein in Baden-Württemberg rund 1400 Pflegeeinrichtungen erreicht und rechtzeitig vor entsprechenden Wetterlagen gewarnt werden können. Langfristig müssen Stadtplaner und Architekten klimagerechte Städte und Gebäude planen und umsetzen.

Außer der Hitze plagen uns künftig vermutlich mehr Infektionskrankheiten. Krankheitsübertragende Zecken breiten sich weiter aus. Tropische und subtropische Schädlinge wie der Tigermoskito könnten Krankheiten wie das Chikungunya- und Denguefieber auch in Baden-Württemberg verbreiten. Zur Einschätzung des zukünftigen Infektionsrisikos ist es von großer Bedeutung, die Verbreitung und Populationsentwicklung von Überträgern sowie von Krankheitserregern zu erfassen. Bei Ambrosia, die vor allem durch Verunreinigungen von Vogelfutter bei uns eingeführt wurde und sich aufgrund der günstigen klimatischen Bedingungen jetzt verbreiten kann, gilt es ebenfalls zu handeln. Nur in einer frühen Phase lässt sich die flächendeckende Ausbreitung solcher unerwünschten Einwanderer stoppen.



Eine mit Blut vollgesogene Zecke

KÄLTE- UND WÄRMESTRESS FÜR DEN MENSCHLICHEN KÖRPER

Klasse	Gefühlte Temperatur °C	Thermisches Empfinden	Thermophysiologische Beanspruchung
- 4	< - 39	sehr kalt	extremer Kältestress
- 3	- 26 bis - 39	kalt	starker Kältestress
- 2	- 13 bis - 26	kühl	mäßiger Kältestress
- 1	0 bis - 13	leicht kühl	schwacher Kältestress
0	0 bis + 20	behaglich	Komfort möglich
1	+ 20 bis + 26	leicht warm	schwache Wärmebelastung
2	+ 26 bis + 32	warm	mäßige Wärmebelastung
3	+ 32 bis +38	heiß	starke Wärmebelastung
4	> + 38	sehr heiß	extreme Wärmebelastung

Thermische Belastungsklassen auf der Basis einer gefühlten Temperatur, die die physiologische Beanspruchung des menschlichen Organismus berücksichtigt (verändert nach VDI, 1998). Quelle: Potsdam Institute for Climate Impact Reseach (PIK), 2005: KLARA

REGIONALE AUSWIRKUNGEN



JE HÖHER MAN LEBT, DESTO BESSER

Die Szenarien zeigen, dass in den tieferen und damit wärmeren Lagen Baden-Württembergs mehr Menschen als in höheren Lagen durch die hitzebedingten Folgen des Klimawandels sterben könnten. Zwischen 0 und 400 Metern Höhe ist im Mittel mit jährlich 2,4 bis 3,6 zusätzlichen Hitzetoten pro 100.000 Einwohnern zu rechnen. Besonders betroffen sind die unteren Lagen im Norden Baden-Württembergs sowie die Landkreise Emmendingen und Freiburg. In Höhenlagen zwischen 400 und 800 Metern sieht es danach mit durchschnittlich 1,6 bis 2,4 zusätzlichen Todesfällen pro 100.000 Einwohnern und Jahr etwas besser aus als in den tiefer gelegenen Gebieten. Ab 800 Metern Höhe gibt es laut vorliegender Szenarien die wenigsten zusätzlichen Sterbefälle: jährlich „nur“ 1,6 bis 2 pro 100.000 Einwohnern mehr. Diese Aussagen treffen allerdings nur dann zu, wenn keine Anpassungsmaßnahmen getroffen werden.

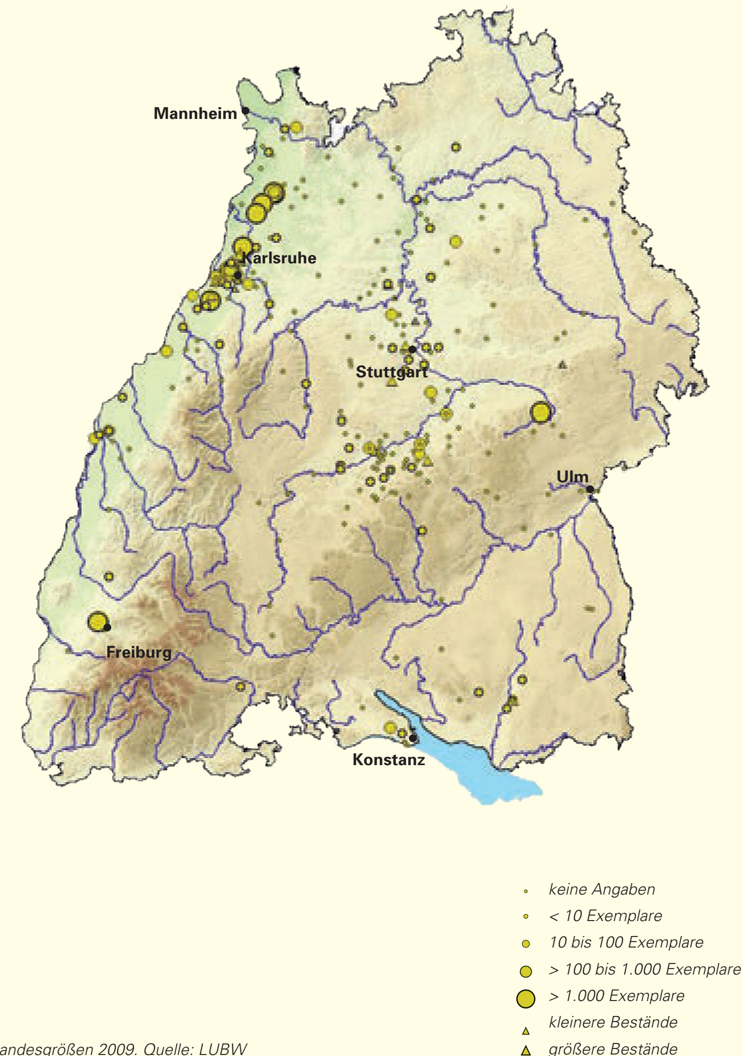
IM WESTEN VIEL AMBROSIE

Aufgrund der Erhebungen und Auswertungen der Ambrosia-Meldestelle bei der LUBW lassen sich drei Regionen erkennen, in denen sich die Vorkommen der Allergie auslösenden Beifuß-Ambrosie häufen. Bestände aus mehreren zehntausend Pflanzen treten vor allem zwischen Rastatt und Mannheim, im Bereich von Freiburg sowie in Stuttgart und Umgebung auf.



Die Allergie auslösende Pflanze Ambrosia breitet sich aus

AUSBREITUNG DER BEIFUSS-AMBROSIE



Bestandesgrößen 2009. Quelle: LUBW

Wasserwirtschaft

Niedrigwasser im Sommer, Hochwasser im Winter

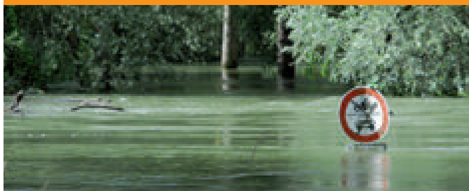
Die gute Nachricht zuerst: Unser Grundwasser versorgt uns noch lange mit Trinkwasser. Dennoch wird der Klimawandel den Wasserhaushalt spürbar verändern.

Baden-Württemberg ist reich an Grundwasser – und wird es bleiben. Die Menge der jährlichen Niederschläge wird sich nach Ansicht der Klimaforscher wenig ändern. Was sich aber ändern wird, ist die Niederschlagsverteilung: Schon jetzt sind die Sommer trockener und die Winter feuchter als früher. Verantwortlich dafür ist die Zunahme der Westwetterlagen in den Wintermonaten, die viel Niederschlag mit sich bringen. Damit einher geht eine Häufung der Hochwasserereignisse in den letzten 30 Jahren.

Ein veränderter Wasserhaushalt hat unmittelbare Folgen auf die Gewässernutzung; einerseits durch die direkte Entnahme als Trinkwasser und zur landwirtschaftlichen Bewässerung, andererseits durch die Nutzung als Kühlwasser für Kraftwerke sowie als Verkehrsweg für die Schifffahrt. Auch der ökologische Zustand der Gewässer und die Gewässergüte werden dadurch beeinflusst.

Baden-Württemberg ist Partner im Kooperationsvorhaben KLIWA (Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft). Hierbei sollen mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt der einzelnen Flussgebiete untersucht, Konsequenzen aufgezeigt und Handlungsempfehlungen für die wasserwirtschaftliche Planung entwickelt werden.

FAKTEN



EXTREMWASSERSTÄNDE NEHMEN ZU

Die Klimasimulationen im Rahmen des KLIWA-Vorhabens zeigen, dass die Temperatur bis 2050 um 0,8 bis 1,7 °C zunehmen kann. In den Monaten Dezember bis Februar kann das Thermometer sogar um bis zu 2 °C steigen. Dadurch werden die ergiebigen Niederschläge, die die Westwetterlagen mit sich bringen, vermehrt als Regen und nicht als Schnee niedergehen. Deshalb treten die Flüsse wahrscheinlich immer öfter über die Ufer.

Während im Winter in manchen Regionen bis zu 35 Prozent mehr Niederschlag erwartet wird, sinken in den bis zu zehn Prozent trockeneren Sommern die Wasserstände. Die Wahrscheinlichkeit einer ausgeprägt trockenen Vegetationsperiode hat sich seit 1985 versechsfacht.

Unter Niedrigwasser leidet jedoch nicht nur die Binnenschifffahrt. Auch der Landwirtschaft und der Energiewirtschaft setzen die Trockenperioden zu. Die volkswirtschaftlichen Schäden durch den heißen und trockenen Sommer 2003 waren größer als die einer der Hochwasserkatastrophen an Rhein, Oder und Elbe. Durch Trockenheit sind viel größere Landesflächen – und damit neben dem Wasserhaushalt auch Flora und Fauna – mit längerer Wirkung betroffen als durch ein Hochwasserereignis.



Donau-Hochwasser in Riedlingen im Jahr 1990.



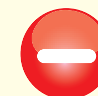
Niedrigwasser in der Murg im Jahr 2006.

CHANCEN UND RISIKEN FÜR DIE WASSERWIRTSCHAFT



CHANCEN

- Baden-Württemberg bleibt reich an Grundwasser



RISIKEN

- Schäden durch mehr Hochwasser
- höhere Kosten für den Hochwasserschutz
- Niedrigwasser beeinträchtigt die Binnenschifffahrt
- Wasserknappheit kann zu Kühlwassermangel bei Kern- und konventionellen Kraftwerken führen

FOLGEN/ PERSPEKTIVEN



EIN FAKTOR FÜR DEN KLIMAWANDEL

Hochwasserschutzanlagen werden häufig so dimensioniert, dass sie vor einem „Jahrhunderthochwasser“, das statistisch gesehen einmal in 100 Jahren vorkommt, schützen. Die hoch aufgelösten Klimamodelle zeigen, dass die Hochwasserabflüsse besonders im Winter an fast allen Flusspegeln zunehmen werden. Dies wird bei der Bemessung neuer Hochwasserschutzanlagen berücksichtigt: Die Auswirkungen des Klimawandels werden bei den Berechnungen durch einen Lastfall Klimaänderung berücksichtigt. Ein Beispiel: Am Neckar bringt ein so genanntes Jahrhunderthochwasser bis 2050 etwa 15 Prozent mehr Wasser mit sich. Dies wird bei der Bemessung neuer Bauwerke mit dem Faktor 1,15 mit einkalkuliert. Brücken werden gegebenenfalls größer ausgelegt, Dämme und Ufermauern so geplant, dass sie später problemlos erhöht werden können. Neben den Handlungsstrategien beim technischen Hochwasserschutz kommt vor allem der Hochwasser-Vorsorge eine besondere Bedeutung zu.

ZWANGSURLAUB FÜR BINNENSCHIFFER?

Während im Winter die Hochwassergefahr steigt, werden die Flüsse von Juni bis November deutlich weniger Wasser führen. Der Rückgang ist im Südwesten und Südosten von Baden-Württemberg besonders ausgeprägt. Schuld daran sind längere Trockenperioden. Zu den fehlenden Niederschlägen kommt der Wasserverlust durch vermehrte Verdunstung in Folge der höheren Lufttemperaturen hinzu. Dadurch werden die sommerlichen Niedrigwasserperioden in den meisten Regionen länger andauern: südlich einer Linie Karlsruhe – Wertheim um mehr als 50 Prozent, nördlich dieser Linie um 25 bis 50 Prozent. Das ist jedoch noch nicht der schlimmste Fall: Steigt die Temperatur mehr als erwartet, könnten sich die Niedrigwasserabflüsse und -perioden noch weitaus ungünstiger entwickeln. Beim Niedrigwasser-Management kann bereits die Niedrigwasser-Vorhersage der LUBW genutzt werden.

DAS WASSER UNTER UNSEREN FÜSSEN

Da sich die jährliche Niederschlagsmenge in der nahen Zukunft (2021-2050) voraussichtlich wenig ändern wird, werden nur geringe Abweichungen bei der durchschnittlichen jährlichen Grundwasserneubildung erwartet. Dennoch können längere sommerliche Trockenperioden, wie auch heute schon, zu örtlich und zeitlich begrenzten Engpässen in der Wasserversorgung führen. Um diesen Versorgungsengpässen begegnen zu können, sind eine Reihe von Maßnahmen erforderlich. Dazu zählen der weitere Ausbau regionaler und überregionaler Verbundlösungen und effizientere landwirtschaftliche Bewässerungsmethoden.

Im Winter dagegen können künftig längere Phasen mit ausdauernden Niederschlägen lokal zu erhöhten Grundwasserständen führen. Dies ist etwa bei der Ausweisung von Baugebieten in vernässungsgefährdeten Gebieten zu berücksichtigen.

KLIMAÄNDERUNGSFAKTOREN



Ein Zuschlag auf den hundertjährlichen Hochwasserabfluss bei der Bemessung von Hochwasserschutzanlagen berücksichtigt den möglichen Einfluss des Klimawandels. Der Freibord dient dazu, die Überströmung von Hochwasserschutzanlagen z.B. in Folge von Wellen- und Windstau zu verhindern.

REGIONALE AUSWIRKUNGEN

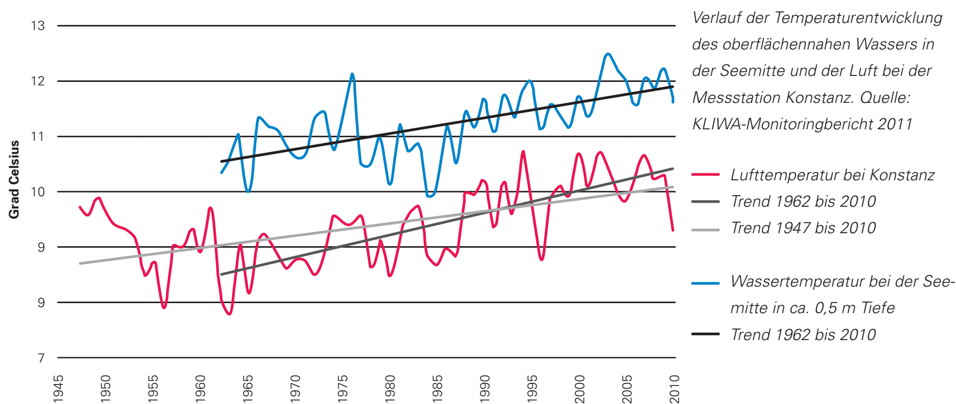


STABILE SCHICHTEN IM BODENSEE

Der Bodensee, Europas größter Trinkwasserspeicher, versorgt über vier Millionen Menschen mit Trinkwasser. In einem KLIWA-Projekt wurde untersucht, welche Folgen der Klimawandel auf die hydrophysikalischen Abläufe im Bodensee hat. Dazu gehören die Temperaturverhältnisse, die thermische Schichtung und die vertikale Durchmischung.

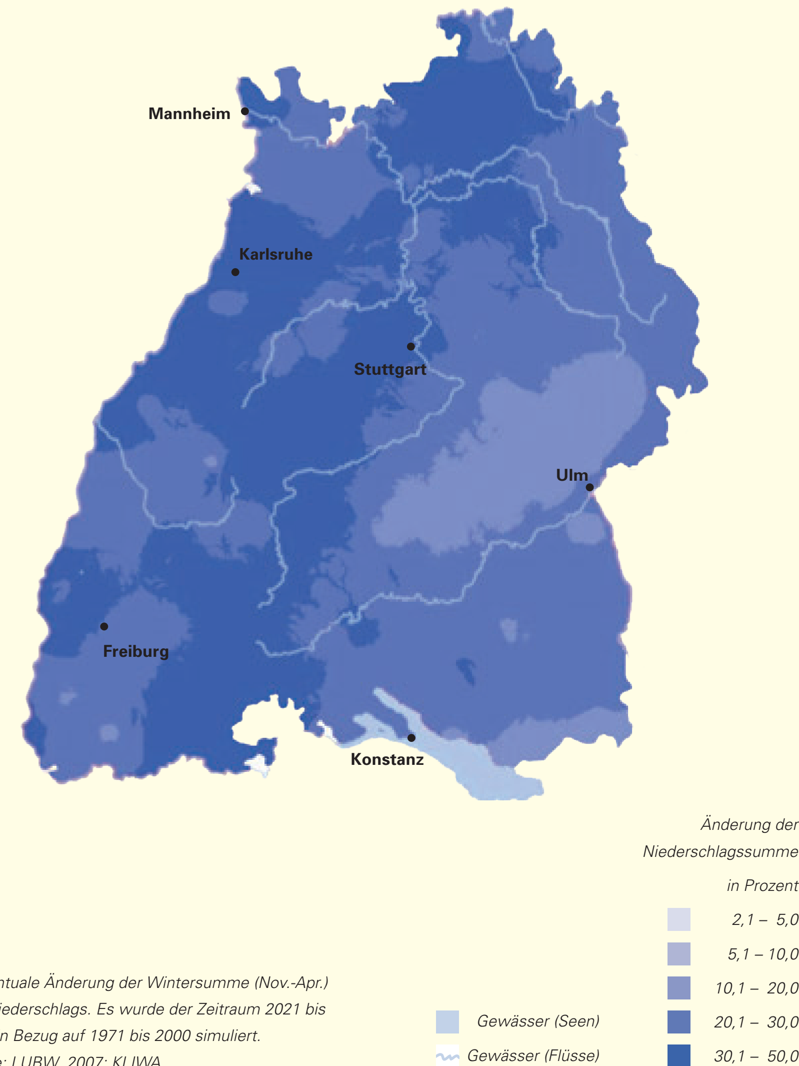
Bereits jetzt ist zu beobachten, dass mit der gestiegenen durchschnittlichen Lufttemperatur die Temperatur des Oberflächenwassers zugenommen hat. Für die komplexen Beziehungen innerhalb des Ökosystems See kann das weit reichende Folgen haben. In den erwarteten milderen Wintern kann sich das Oberflächenwasser nicht stark genug abkühlen, um bis in die untersten Schichten des Sees vordringen zu können. Hierdurch wird der Sauerstoffeintrag in das Tiefenwasser behindert, der für die dort lebenden Organismen wichtig ist und die Rücklösung von Nährstoffen aus dem Sediment beeinflusst.

WASSER- UND LUFTTEMPERATUREN IM UND AM BODENSEE (1962-2010)



Verlauf der Temperaturentwicklung des oberflächennahen Wassers in der Seemitte und der Luft bei der Messstation Konstanz. Quelle: KLIWA-Monitoringbericht 2011

ENTWICKLUNG DES WINTERNIEDERSCHLAGS BIS 2050



Prozentuale Änderung der Wintersumme (Nov.-Apr.) des Niederschlags. Es wurde der Zeitraum 2021 bis 2050 in Bezug auf 1971 bis 2000 simuliert. Quelle: LUBW, 2007: KLIWA

Bodenschutz

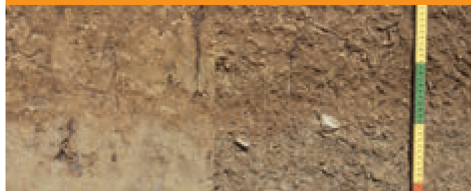
Klima und Boden im Wechselspiel

Bodenschutz und Klimaschutz sind eng miteinander verbunden. Durch die Zunahme von Starkregen kann unser Boden jedoch buchstäblich den Bach hinuntergehen.

Böden spielen eine wichtige Rolle im Klimageschehen. Einerseits sind Böden unmittelbar von künftigen Klimaänderungen betroffen. Andererseits haben klimabedingte Veränderungen der Stoff- und Energiekreisläufe in Böden Auswirkungen auf das Klima. Denn Böden können sowohl Senke als auch Quelle für klimarelevante Gase sein. Besonders empfindlich gegenüber Nutzungs- und Klimaveränderungen sind Moore und andere Böden mit einem hohen Anteil an organischer Substanz.

Die Bodenneubildung dauert lange: Rechnerisch entstehen pro Jahr maximal 0,1 Millimeter Boden. Bei einem extremen Niederschlagsereignis können jedoch weit mehr als fünfzig Jahre Bodenbildung auf einen Schlag verloren gehen. Der Verlust von Bodenmaterial schädigt die Bodenfruchtbarkeit und damit den Landwirt und belastet die Umwelt. Denn mit dem Bodenmaterial gehen erhebliche Mengen an Humus- und Nährstoffen verloren. Darüber hinaus kommt es zu Schäden außerhalb der Erosionsfläche: Gewässer können durch Nähr- und Schadstoffe belastet werden. Wer etwas für den Klimaschutz tut, hilft also den Böden. Umgekehrt gilt: Wer Böden und besonders Moore schützt, trägt auch zum Klimaschutz bei.

FAKTEN



KOHLENSTOFFSPEICHER BODEN

Weltweit bilden die Böden nach den Meeren den zweitgrößten Kohlenstoffspeicher. Insgesamt sind in den Böden Baden-Württembergs bis in ein Meter Tiefe etwa 450 Millionen Tonnen organischer Kohlenstoff und damit 1651 Millionen Tonnen CO_2 gespeichert. Durch die Bodennutzung und -bearbeitung kann die Rolle der Böden im Treibhausgaskreislauf beeinflusst werden. Allein durch die Umstellung auf eine pfluglose Bodenbearbeitung oder mit dem Wechsel von Acker- zu Grünlandnutzung ließe sich der Humusgehalt bis zu einem Gleichgewichtszustand zumindest in den oberen Bodenschichten und damit die gespeicherte CO_2-Menge erhöhen. So wurde ermittelt, dass durch eine pfluglose Bodenbearbeitung jährlich 1,3 Tonnen CO_2 pro Hektar, bei einer Umstellung von Acker- auf Grünlandnutzung etwa 4,9 Tonnen CO_2 pro Hektar festgelegt werden können. Diesen Maßnahmen sind in der Praxis allerdings Grenzen gesetzt. Die konservierende Bodenbearbeitung muss aufrecht erhalten werden und bei Grünlandnutzung muss z. B. auch eine Verwertung des Aufwuchses möglich sein. Moore sind ein Sonderfall: Naturnahe Moore werden als weitgehend klimaneutral eingeschätzt. Werden Moore intensiv landwirtschaftlich genutzt, wird bei der Entwässerung und bei der folgenden Bodenbearbeitung der zuvor im Torf gespeicherte Kohlenstoff als CO_2 wieder frei.

Der dominierende Moortyp in Baden-Württemberg ist das Niedermoor. Im Rahmen von Untersuchungen des Donaurieds wurde für das Niedermoor in einem Messzeitraum von 1951 bis 1990 ein durchschnittlicher Torfabbau durch Entwässerung und landwirtschaftliche Nutzung von 7,2 mm pro Jahr ermittelt. Das entspricht einer jährlichen CO_2-Freisetzung von etwa 23 Tonnen pro Hektar: Doppelt so viel wie die jährliche Pro-Kopf-Emission an CO_2 in Deutschland. Böden sind aber nicht nur für den Kohlenstoffkreislauf, sondern auch für den Stickstoffkreislauf bedeutend. Beispielsweise entweicht aus Böden Lachgas (N_2O), welches eine etwa 300-fach stärkere Treibhauswirkung als CO_2 entfaltet. Der Umbruch von Grünland in Ackerland setzt über den intensiven Humusabbau entsprechende Stickstoffvorräte und damit auch vermehrt Lachgas frei. Das Ausmaß der Lachgasfreisetzung wird von vielen Faktoren wie zum Beispiel von Bodenverdichtungen oder vom Bodenwassergehalt beeinflusst. Besonders intensiv mit organischen oder mineralischen Düngern versorgte Böden mit hohen Stickstoffsalden zeigen eher höhere Lachgasemissionen. Mit einer an den Pflanzenbedarf angepassten Stickstoffdüngung können Landwirte die Stickstofffreisetzung vermindern.



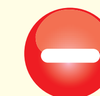
Wildseemoor im Schwarzwald

CHANCEN UND RISIKEN FÜR DIE BÖDEN



CHANCEN

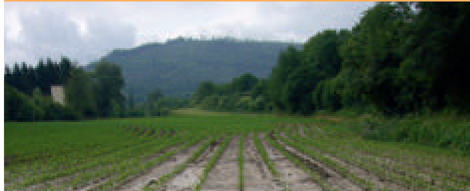
- vermehrte biologische Aktivität
- schnellere Erwärmung des Bodens im Frühjahr



RISIKEN

- Humusgehalte können sinken
- mehr Erosion bei Starkregen
- Eintrag von Nähr- und Schadstoffen in Gewässer und andere Ökosysteme durch Erosion

FOLGEN/ PERSPEKTIVEN



DIE LEISTUNGSFÄHIGKEIT DER BÖDEN SINKT

Die Folgen des Klimawandels auf die baden-württembergischen Böden lassen sich derzeit nur qualitativ beschreiben. Genaue Zahlen und lokale Prognosen fehlen, aber folgende Auswirkungen sind wahrscheinlich:

Wenn es künftig mehr heftige Regenfälle gibt, werden besonders die erosionsanfälligen Böden wie zum Beispiel im Kraichgau vermehrt unter Wassererosion leiden. Mit dem Verlust des humus- und nährstoffreichen Oberbodenmaterials sinkt auch die Leistungsfähigkeit dieser Böden. Auch der Humusgehalt könnte tendenziell sinken. Bei Sommertrockenheit entwässern sich vor allem grund- und stauwassergeprägte Böden stärker. Die hier bisher durch Luftabschluss (Überstauung) konservierte organische Substanz wird bei Luftzutritt schneller abgebaut. Wärmere und feuchtere Winter können dazu führen, dass sich dieser Mineralisierungsprozess selbst in der kalten Jahreszeit fortsetzt. Erste Schätzungen besagen, dass eine Erwärmung des Klimas um zwei Grad die Humusvorräte unter Grünland und Wald um 20 Prozent vermindern würde. In Mooren wie dem Donauried könnte der Torfabbau durch den Klimawandel beschleunigt werden.

FORSCHEN UND HANDELN FÜR DEN BODEN

Veränderungen des Humusgehaltes von Böden können nicht nur klima- sondern vor allem bewirtschaftungsbedingt auftreten. Daher wird im Rahmen eines KLIMOPASS-Forschungsvorhabens eine Methode entwickelt, mit der die Wirkung beider Faktoren auf Humusmenge und -qualität untersucht werden kann.

In weiteren Forschungsvorhaben im Rahmen von BWPLUS und KLIWA werden die Klimarelevanz von Mooren in Baden-Württemberg sowie die zukünftig von Starkniederschlägen verursachte Bodenerosion ermittelt.



Erosionsschaden nach sommerlichem Starkregen



Landwirtschaftlich genutzte Niedermoorfläche



Erodierter Boden auf Wirtschaftsweg

REGIONALE AUSWIRKUNGEN



KRAICHGAU VERLIERT AN BODEN

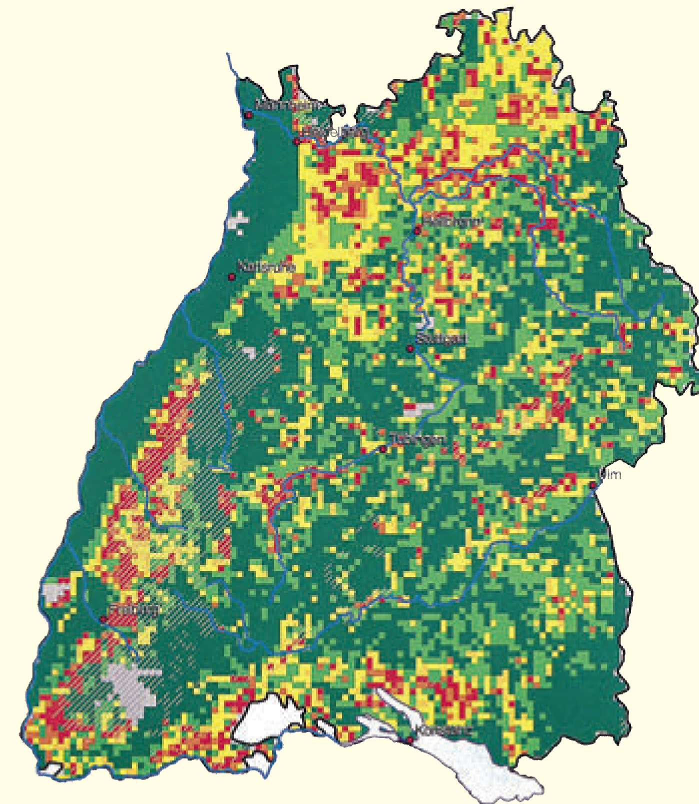
Die Folgen des Klimawandels wirken sich regional und lokal unterschiedlich aus. Gerade bei Böden ist eine standortdifferenzierte Bewertung der Folgen von Klimawirkungen erforderlich.

Ob und in welchem Maße die beschriebenen Auswirkungen eintreffen, lässt sich nur mit genauen Informationen zu Böden, ihrer Nutzung und den dort herrschenden Klimaeinflüssen ermitteln. Beispiel Erosion: Hier sind natürlich besonders Gebiete betroffen, die jetzt schon erosionsanfällig sind. Dazu gehören insbesondere Teile Nordbadens wie der Kraichgau oder das Mittlere und Südöstliche Oberrhein-Tiefland. Im Kraichgau wurden bei früheren Untersuchungen Bodenverluste von über 80 Tonnen pro Hektar und Jahr gemessen.
Ob dort künftig vermehrt Starkniederschläge auftreten und damit die Erosionsgefahr weiter zunimmt, ist Gegenstand laufender Forschungsarbeiten.

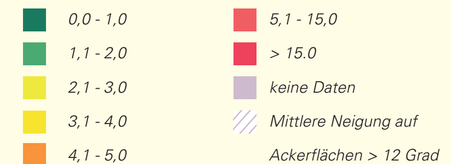


Flächenhafte Bodenerosion

BODENEROSIONSATLAS



Flächengewichteter Bodenabtrag auf Ackerflächen.
Abtrag in Tonnen pro Hektar und Jahr
Quelle: Gündra et al., 1995: Bodenerosionsatlas Baden-Württemberg, Agrarforschung in Baden-Württemberg, Band 24, Stuttgart





Verlierer und Gewinner der Klimaerwärmung

Ein Blick in die wärmere Zukunft: Weniger Winterweizen, mehr Mais, doch leider auch mehr Schädlinge und Krankheiten.

Noch ist das industriereiche Baden-Württemberg auch ein Agrarland: Landwirte, Gärtner und Winzer nutzen 41 Prozent der Landesfläche. Davon 58 Prozent als Ackerland und 38 Prozent als Grünland. Auf nur vier Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche wachsen Wein, Gemüse und Obst. Diese Sonderkulturen versprechen jedoch den höchsten Gewinn.

Mit einer Jahresdurchschnitts-Temperatur von über 9 °C im vergangenen Jahrzehnt und einer Vegetationsperiode von 170 Tagen gehört der Südwesten schon jetzt zu den wärmsten Gebieten Deutschlands. Wenn es bei uns noch wärmer, aber auch zeitweise feuchter oder stellenweise trockener wird, verändert sich viel im Agrarsektor. Schließlich hängt das Pflanzenwachstum vor allem von Wärme und Wasser ab. Schon geringe Temperaturerhöhungen können ganze Kulturen ins „Schwitzen“ bringen oder sie umgekehrt aufblühen lassen.

Das Land hat im Projekt KLARA die wahrscheinlichen Veränderungen in der heimischen Landwirtschaft am Beispiel von wichtigen Kulturpflanzen untersuchen lassen: Mais profitiert in der Regel von höheren Temperaturen, Weizen benötigt mehr Wasser, Obst und Wein können durch Schädlinge gefährdet werden.

FAKTEN



DER APFEL HAT ES SCHWER

Im Obstanbau gehört der Apfelschorf zu den gefährlichsten Krankheitserregern. Dieser Pilz senkt die Erträge um bis zu 70 Prozent und führt zu braunen Flecken auf dem Obst, die es unverkäuflich machen. Wie die meisten Pilze hat es der Apfelschorf gerne feucht und warm. Neben regional vermehrtem Pilzbefall müssen die Obstbauern mit mehr Schadinsekten rechnen. Für den Bodensee-Raum wurde simuliert, wie sich das warme Wetter auf den Hauptschädling Apfelwickler auswirken könnte. Seine Larven fressen sich durch Äpfel und anderes Kernobst. Größten Schaden richtet dabei die zweite Larvengeneration im Jahr an, die bei steigenden Temperaturen häufiger auftritt. In Südeuropa treten sogar drei Larvengenerationen auf.

Der Anbau von spätreifenden Rebsorten war noch in den 1960er Jahren auf kleine Flächen entlang des Oberrheins und in Württemberg beschränkt. Bereits während der 1990er Jahre haben sich diese Gebiete ausgedehnt.

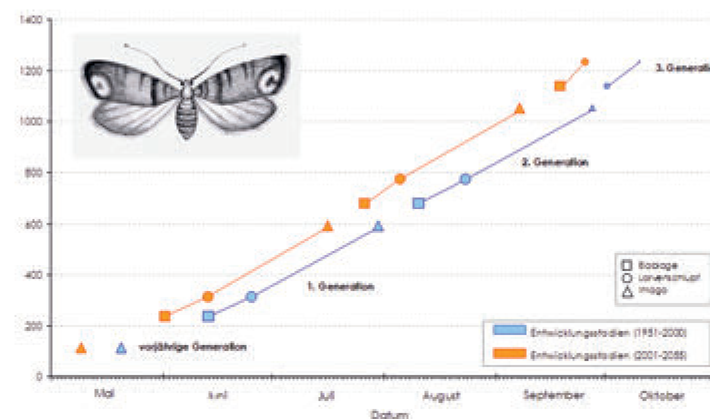
Mit dem steigenden CO_2-Gehalt in der Luft erhöht sich die Photosyntheseleistung einiger Kulturpflanzen. Erste Freiland-Experimente, bei denen Weizen und Kartoffeln mit höheren CO_2-Konzentrationen begast wurden, zeigten, dass sich der Ertrag zwar verbessert, aber die Qualität sinkt. Denn die Eiweißgehalte der Ernteprodukte sinken. Hohe Proteingehalte sind besonders beim Backweizen unentbehrlich und bestimmen die Erlöse der Landwirte.



Anpassung der Weizensorten könnte Ernteverluste abmildern



GENERATIONSENTWICKLUNG DES APFELWICKLERS IN DER BODENSEE-REGION



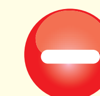
Veränderung der Generationsentwicklung beim Apfelwickler (C. pomonella) im Gebiet Bodensee (Symbolgröße entspricht der Häufigkeit der klimatisch günstigen Jahre für die Entwicklung des phänologischen Stadiums) Quelle: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), 2005: KLARA

CHANCEN UND RISIKEN FÜR DIE LANDWIRTSCHAFT



CHANCEN

- Maisanbau auch in höheren Lagen möglich
- spät reifende Rebensorten gedeihen
- Anbau neuer Nutzpflanzenarten und -sorten
- Ertragszuwächse bei bestimmten Nutzpflanzen



RISIKEN

- durch Hitze/Trockenheit Ertragseinbußen bei empfindlichen Kulturen (u.a. Winterweizen) möglich
- Schädlinge können mehrmals jährlich auftreten, neue Schädlinge sich etablieren
- bessere Bedingungen für bestimmte Pilzkrankheiten

FOLGEN/ PERSPEKTIVEN

DER MAISANTEIL KÖNNTE WEITER WACHSEN

Mit der Klimaerwärmung könnte der Maisanteil im Südwesten weiter wachsen. Die Futter- und Energiepflanze gedeiht dann auch in bisher kälteren Regionen bzw. höheren Lagen. Der Winterweizenertrag hingegen dürfte den Ergebnissen von KLARA zufolge in den modellierten Landesregionen um durchschnittlich 14 Prozent sinken. Allerdings wurde im Forschungsvorhaben KLARA der potenzielle CO_2-Düngeeffekt nicht berücksichtigt. Der Extremsommer 2003 zeigte aber auch, dass der vermeintliche Konkurrenzvorteil von Mais nur realisiert werden kann, wenn die Wasserversorgung ausreichend ist.

Wärme liebende Kulturen wie Soja und Sonnenblumen könnten ihren Flächenanteil ausweiten, Zuckerrüben hingegen Anbauflächen verlieren. Der Freilandanbau mancher Gemüsesorten wie Paprika, Auberginen oder Artischocken liegt im Bereich des Möglichen. Die Obstbauern müssen dagegen in den nächsten Jahrzehnten mit deutlich mehr Schorfbefall rechnen, weil die Infektionsgefahr mit Pilzsporen im feuchteren Frühjahr stark zunimmt. Der höhere Pilzdruck könnte auch den Reben zu schaffen machen. Höhere Temperaturen fördern das Auftreten mehrerer Generationen von Schädlingen. So ist beispielsweise beim Apfelwickler zu befürchten, dass zukünftig die zweite Larvengeneration in zwei von drei Jahren zuschlägt, statt wie bisher in einem von fünf Jahren.

2003 ALS MODELL FÜR DIE ZUKUNFT?

Einen weiteren Ausblick auf die Zukunft könnte uns der extrem heiße Sommer 2003 geben. Das Landwirtschaftliche Technologiezentrum Augustenberg hat die Erträge in ganz Baden-Württemberg ausgewertet. Das Ergebnis: Die Ernten verschlechterten sich im Vergleich zum Vorjahr je nach Kulturpflanze zwischen zwölf (Winterweizen) und fast 30 (Zuckerrüben) Prozent. Nur die Sommergerste legte leicht zu. Je nach Kulturpflanze und Region variieren diese Ergebnisse. So wirkte sich der heiße Sommer im ohnehin schon warmen Landkreis Karlsruhe im Vergleich mit dem kühleren, regenreicheren Landkreis Heidenheim viel stärker aus. Daher müssen die Landwirte in wärmeren Gegenden ihre Bewirtschaftung auch schneller an den Klimawandel anpassen. Neben



Maisfelder gedeihen künftig auch in höheren Lagen

Anstrengungen in der Pflanzenzüchtung und Neuerungen im Sortenspektrum werden Anpassungen in Fruchtfolge, Aussaat, Düngung, Bodenbearbeitung und Pflanzenschutz notwendig. Um Ertrag und Qualität zu sichern, müssen wertvolle Kulturen auch verstärkt beregnet und bewässert werden.

MEHRAUFWAND FÜR PFLANZENSCHUTZ

Möglicherweise können die Landwirte den Verlust beim Winterweizen durch verstärktes Aussäen von Backweizen, das heißt von Sorten mit höherem Eiweißgehalt, wieder auffangen. Ähnliches gilt beim Umstieg von Silomais (Futter) auf Körnermais (Lebensmittel). Insgesamt müssen die Landwirte – nicht nur die Obstbauern – wegen der erwarteten Zunahme von Schadinsekten und Pflanzenkrankheiten mit einem erhöhten Aufwand und damit höheren Kosten für den Pflanzenschutz rechnen. Besonders könnte es die Bio-Bauern treffen, die keine chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel einsetzen dürfen. Hier sind Investitionen in die Züchtung von resistenten Sorten gefragt.



Durch den Klimawandel geförderter und eingeschleppter Schädling im Obstbau. Drosophila suzukil (Kirschessigfliege)

REGIONALE AUSWIRKUNGEN



SÜDEN UND NORDOSTEN PROFITIEREN, WINZER EVENTUELL AM WENIGSTEN BETROFFEN

Im mittleren Rheingraben sind aufgrund des Wassermangels sowohl beim Mais als auch beim Winterweizen Ertragsrückgänge zu erwarten. Im Süden und Nordosten des Landes dürften die Ernten dagegen besser ausfallen (Mais) oder nur geringfügig (Weizen) sinken. Gerade im Nordosten könnte sich der Anbau von Körnermais ausdehnen. Am wenigsten dürfte der Weinbau vom Klimawandel betroffen sein.

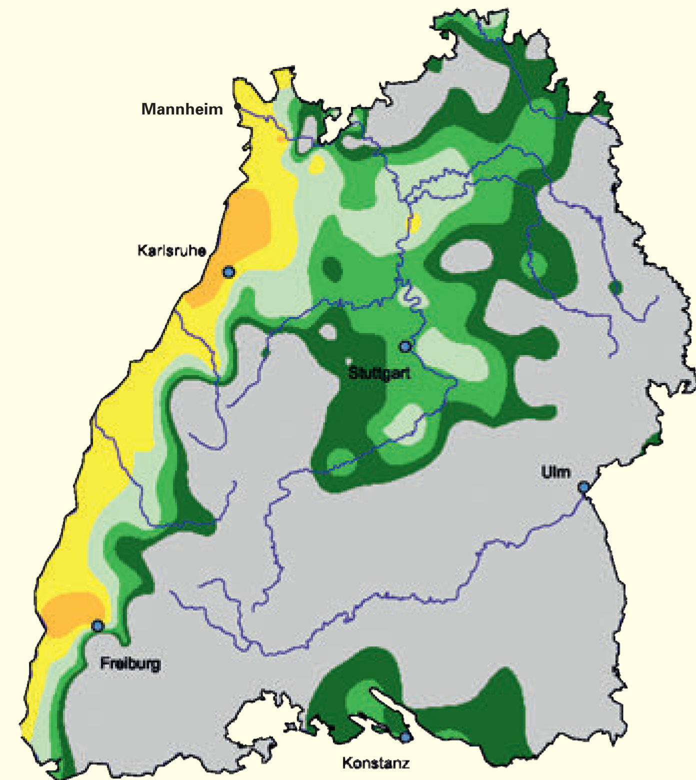
Welche Weinsorten wo gedeihen können, zeigt der sogenannte Huglin-Index. Das ist die Wärmesumme über Tagesmittel- und Tagesmaximumwerte im Zeitraum von April bis September. In der Regel gilt: Je höher die Temperatursumme ist, desto mehr und spätreifende Weinsorten können die Winzer anbauen. Während der Müller-Thurgau bereits mit einem Huglin-Index von 1500 auskommt, braucht ein Merlot 1900.

Seit den 1990er Jahren ist ein stabiles Ertragsniveau mit vergleichsweise geringen Schwankungen zwischen den einzelnen Jahren zu verzeichnen. Diese geringeren Ernteverluste lassen sich unter anderem auf weniger Spät-, Früh- und augenschädigende Winterfröste sowie auf eine aufgrund höherer Temperatursummen bessere Holzreife zurückführen. Dieser Trend dürfte bis 2030 noch weiter zunehmen. Die Winzer können künftig verstärkt auf spät reifende Rebsorten setzen.

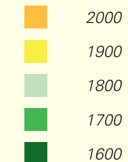


Weinbauern profitieren von den Klimaänderungen: Die Anbaugebiete für spätreifende Weine breiten sich aus

ANBAUPOTENZIALE DER WEINBAUREGIONEN BIS 2030



Huglin-Index



Der Huglin-Index ist die Summe der Durchschnittstemperaturen zwischen April und September. Er hilft dabei, das Weinbaupotenzial unterschiedlicher Regionen zu beurteilen
Quelle: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), 2005: KLARA

Forstwirtschaft

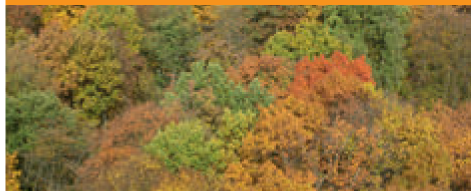
Der Wald verändert sein Gesicht

Heiße und trockene Sommer und immer wieder auftretende Stürme stellen die Anpassungsfähigkeit der Bäume und Waldgesellschaften auf eine harte Probe.

Mit rund 1,4 Millionen Hektar Wald – das entspricht 38 Prozent der Landesfläche – ist Baden-Württemberg das zweitwaldreichste Bundesland. Entsprechend ökologisch und ökonomisch wertvoll ist der Wald im Südwesten. Als Speicher von Kohlendioxid sind unsere Wälder im Zeitalter des Klimawandels unentbehrlich. Sie können der Atmosphäre Kohlendioxid entziehen und im Holz speichern. Zugleich wird der Klimawandel unsere Wälder stark verändern. Denn neben anderen Faktoren bestimmt auch das Klima mit, welche Baumarten gedeihen und sich verbreiten können. Doch welche Baumarten sind bei uns für das Klima der Zukunft besonders geeignet?

Schon jetzt macht sich der Klimawandel im Wald bemerkbar: Bäume und Kräuter keimen und blühen früher und tragen frühzeitiger Früchte. In feuchten Lagen führt dies in Wäldern zu einer Produktionssteigerung, sprich: es gibt mehr Holz. Doch an anderen Standorten werden sich Baumarten zurückziehen müssen, wie die Fichte in warmen und trockenen Lagen. Ob der Klimawandel zu häufigeren Stürmen und mehr Schädlingen führt, lässt sich heute zumindest wissenschaftlich (noch) nicht belegen. Es gibt noch viele offene Fragen, die geklärt werden müssen. Schließlich müssen gerade Waldbesitzer langfristig denken und planen.

FAKTEN



AUF DIE RICHTIGE BAUMART KOMMT ES AN

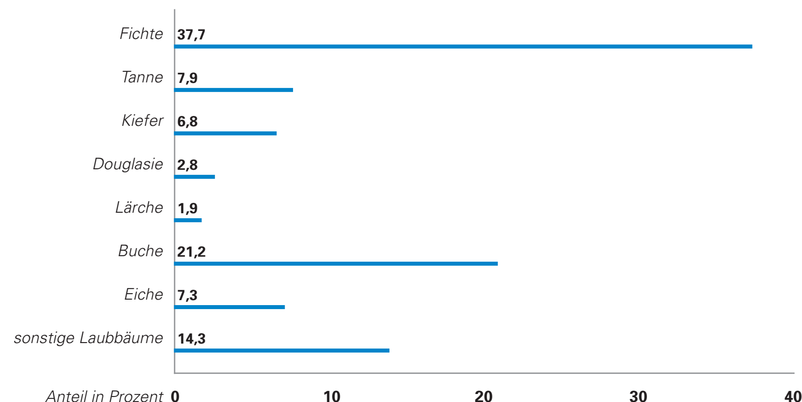
Nicht all unsere Baumarten können mit lang anhaltender Trockenheit und der damit einhergehenden Wasserknappheit leben. Daher befürchten Forstwissenschaftler, dass bestimmte Baumarten weichen oder gar langfristig ganz verschwinden. Bereits 2003 zeigten Buchen und Fichten in Baden-Württemberg markante Schäden. Zwar erholten sich die Buchen teilweise wieder. Doch mehrere heiße und trockene Jahre hintereinander könnten Buche und Fichte schlecht ausgleichen. Schon gar nicht bei ungünstigen Standortbedingungen.

Bereits in den letzten Jahren hat die Vitalität unserer Hauptbaumarten gelitten, wie Untersuchungen der Forstlichen Versuchsanstalt Baden-Württemberg (FVA) belegen: Seit 2001 haben die Blatt- und Nadelverluste der Buchen und Fichten deutlich zugenommen. Am stärksten trifft es Fichtenbestände in Gebieten mit erhöhtem Klimastress, insbesondere Trockenstress.

Insgesamt sind die Sturmschäden bei uns in den letzten zwanzig Jahren stark angestiegen. Die Orkane Wiebke, Vivian (1990), Lothar (1999), Kyrill (2007) und Xynthia (2010) haben die Wälder stellenweise niedergemäht und damit anfällig für Schädlinge, Waldbrand sowie Erosion gemacht. Einziger Lichtblick: Die zunehmende Wärme verlängert die Vegetationsperiode. Solange das Wasser reicht, können die Bäume schneller wachsen.



ANTEILE DER BAUMARTEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG



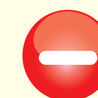
Ergebnisse der Bundeswaldinventur 2002
Quelle: Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung und Verbraucherschutz Baden-Württemberg

CHANCEN UND RISIKEN FÜR DIE FORSTWIRTSCHAFT



CHANCEN

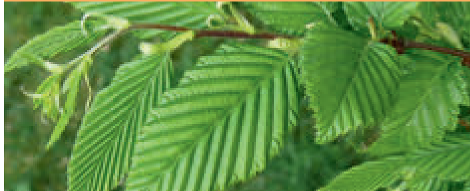
- längere Vegetationsperiode
- schnelleres Wachstum der Bäume
- einzelne Baumarten profitieren
- gebietsweise Rückgang der Waldbrandgefahr



RISIKEN

- trockene Sommer schädigen Bäume
- Blatt- und Nadelverluste bei Fichte und Buche
- Fichte weicht in höhere Lagen zurück
- gebietsweise Zunahme der Waldbrandgefahr

FOLGEN/ PERSPEKTIVEN



FORSTWIRTSCHAFT IM WANDEL

In der Fortwirtschaft ist ein Umdenken gefragt. Während Waldbesitzer geeignete Baumarten bisher nach Standort und aktuellen Klimaverhältnissen auswählen, müssen sie jetzt künftige Klimaveränderungen mit einplanen. Wie wird sich der Bestand entwickeln, wenn es wärmer wird? Diese Dynamik ist nur schwer abzuschätzen. Die Forstexperten gehen davon aus, dass sich unsere jetzigen Wälder an eine Erwärmung der Erdatmosphäre um etwa 3 °C nicht mehr anpassen können.

DIE FICHTE GEHT, DIE BUCHE BLEIBT

Als Alternative zur Fichte, die in den wärmeren, tieferen Lagen Baden-Württembergs an Fläche verliert, bietet sich die Douglasie an. Außer in der Ebene kann sich die Buche dagegen noch behaupten. Da die meisten Wälder in Baden-Württemberg hoch liegen, erhöht die konkurrenzstarke Buche ihren Anteil sogar noch. Esche, Esskastanie, Sommer- und Winterlinde, Hainbuche, Vogelkirsche und Elsbeere werden sich vermutlich besser entfalten können. Nur der Spitzahorn stagniert.

Da die Bäume künftig früher austreiben, kann die Produktivität beim Einzelbaum steigen. So wurde im Mittel über alle Laubwaldflächen berechnet, dass die Buche in Zukunft drei Tage früher und die Eiche sogar sechs Tage früher austreibt. Andererseits ist zu berücksichtigen, dass sich die Baumartenanteile hin zu den zuwachsschwächeren Baumarten (Buche, Eiche) verschieben werden.



Buchen werden ihren Anteil in Baden-Württembergs Wäldern erhöhen

VIELE OFFENE FRAGEN FÜR FORSTWIRTSCHAFTLER

Trotz starker Unwetter in den letzten zwanzig Jahren ist es keineswegs belegt, dass uns in Baden-Württemberg mehr Stürme drohen.

Berechnungen mit dem regionalen Klimamodell COSMO-CLM für Süddeutschland zeigen, dass die mittlere Windgeschwindigkeit in den nächsten Jahrzehnten leicht zunehmen wird. Allerdings lässt sich nicht nachweisen, dass hohe Windgeschwindigkeiten künftig häufiger auftreten. Für Norddeutschland sieht das ganz anders aus.

Waldbrände treten im Vergleich zu anderen Bundesländern in Baden-Württemberg relativ selten auf und sind hauptsächlich auf den Menschen zurückzuführen. Die klimatisch bedingte Waldbrandgefahr wird in Baden-Württemberg in Zukunft nur leicht im Windschatten des Schwarzwaldes ansteigen und im Norden und Westen eher zurückgehen.

Unklar ist, wie und welche Schädlinge sich in Zukunft vermehren. Die häufig getroffene pauschale Gleichung „mehr Wärme gleich mehr Schädlinge“ ist nicht bewiesen. Denn die ökosystemaren Zusammenhänge zwischen Wirtspflanzen, Schadorganismen und Klimabedingungen sind zu wenig geklärt. Trotz aller Unklarheiten können Waldbesitzer schon jetzt reagieren: nämlich auf standortgerechte und strukturreiche Laub- und Mischwälder hinarbeiten. Denn Wälder mit hoher Biodiversität können sich am besten an Veränderungen aller Art anpassen.

REGIONALE AUSWIRKUNGEN



DER SCHWARZWALD WANDELT SICH

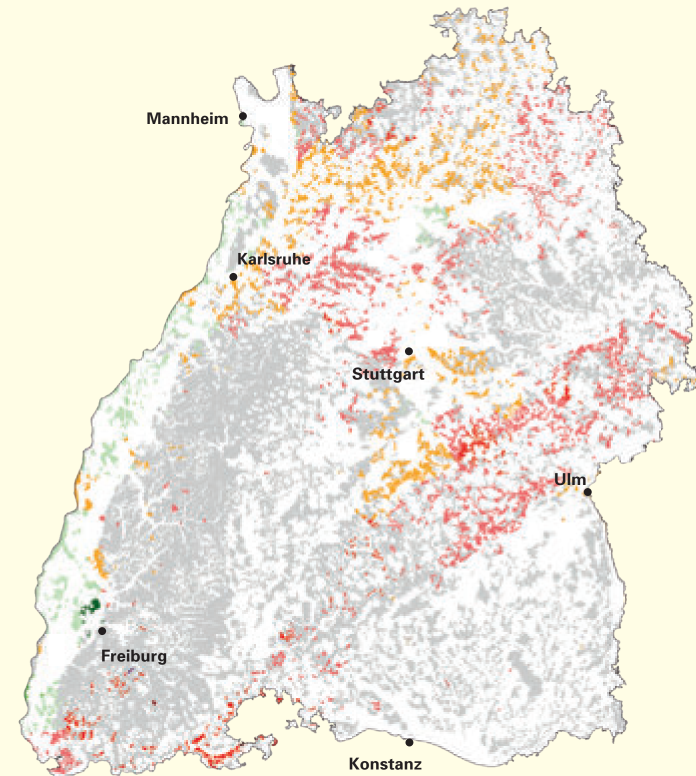
Nirgendwo sonst im Südwesten dürfte auf engem Raum der Klimawandel so ins Auge fallen wie im Schwarzwald. Wenn sich die Atmosphäre um 3 °C erwärmen sollte, würden sich die Höhengrenzen der Waldgesellschaften um 300 bis 500 Meter nach oben verschieben. Noch auf einer Höhe von 1.000 Metern finden sich dann konkurrenzkräftige Buchen-Eichen-Wälder.

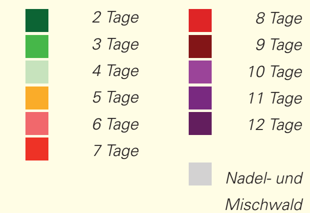
Fachleute gehen davon aus, dass mitteleuropäische Wälder teilweise norditalienische Charakterzüge annehmen. Mit dem Klimawandel wird sich das durch Fichten geprägte Bild auch der Schwarzwaldhochlagen ändern: Die Fichte wird dann zunehmend durch Tanne und Douglasie ersetzt. Außerdem breiten sich Laubbaumarten aus.



Buchen-Eichen-Wälder könnten sich im Schwarzwald bis in Höhen von 1.000 Metern ausbreiten

ÄNDERUNG DES BLATTAUSTRIEBES BIS 2055





Verschiebung des Blattaustriebes der Eiche auf den Laubwaldflächen. Quelle: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), 2005: KLARA

Natur- und Artenschutz

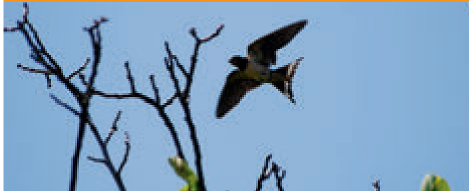
Tiere und Pflanzen wandern aus Südeuropa ein

Tiere und Pflanzen reagieren empfindlicher auf den Klimawandel als wir Menschen. Wenn die Durchschnittstemperatur steigt, gibt es unter ihnen Gewinner und Verlierer.

Jedes Tier und jede Pflanze hat einen speziellen Lebensraum. Wenn sich dort – zum Beispiel durch den Klimawandel – etwas ändert, passen sich die Arten entweder an, wandern ab oder sterben aus. Manche Arten profitieren von der Veränderung, etwa wenn sich dadurch ihr Lebensraum erweitert. Der Klimawandel beeinflusst die Lebensräume von Fauna und Flora in Baden-Württemberg massiv: Wenn es im Jahresmittel wärmer wird, wenn insgesamt mehr oder zeitweise weniger Regen fällt, verändern sich dauerhaft die Habitate für viele Arten. Die Gefahr besteht, dass einige bisher bei uns heimische Arten verschwinden. Auf der anderen Seite wandern Wärme liebende Arten wie die Hirse oder der Brombeer-Perlmutterfalter, der ursprünglich in Südeuropa und Asien bis nach Japan beheimatet war, vorwiegend aus dem Mittelmeerraum ein und werden im Land sesshaft. Wanderschmetterlinge wie der Admiral erscheinen deutlich früher im Land. Auch sonst haben wir Positives wie Negatives zu erwarten: Bei Vögeln kann der Bruterfolg steigen, während die stärkere Vermehrung von Schadinsekten der Landwirtschaft Probleme bereitet.



FAKTEN



ZUGVÖGEL HABEN'S KÜRZER

Die Vogelwelt reagiert sensibel auf den Klimawandel. Insgesamt 17 Zugvogelarten wurden systematisch von 1970 bis 2003 beobachtet. Ergebnis: Ihre Ankunft im Frühjahr fand pro Jahrzehnt um durchschnittlich drei bis fünf Tage früher statt. Viele Zugvögel kommen also heute über zwei Wochen früher nach Baden-Württemberg zurück als noch 1970. Vermutlich überwintern sie nicht mehr so weit im Süden. Langstreckenzieher, die bisher über die Sahara zogen, überwintern immer öfter im Mittelmeerraum. Bisherige Kurzstreckenzieher werden zu Standvögeln, die aufgrund der milden Witterung im Winter hier bleiben können.

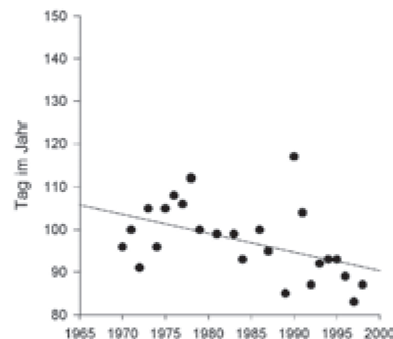
Hinzu kommen neue Arten. Insgesamt nahmen zwischen 1980 und 2000 südlich verbreitete Vogelarten im Südwesten zu. Das trifft auch auf Pflanzen und Insekten zu. So hat sich beispielsweise die Gelbbindige Furchenbiene seit 1990 dauerhaft im Land angesiedelt.

In Aalen, Ulm, Stuttgart, Konstanz und Karlsruhe konnten in den letzten Jahrzehnten zunehmend Wärme liebende Pflanzen wie die Hirse oder der Götterbaum nachgewiesen werden, die es vorher als Wildpflanzen dort noch nicht gab. Problematischer ist die Einschleppung von krankheitsübertragenden Insekten, wie zum Beispiel des Tigermoskitos und der Sandmücke.

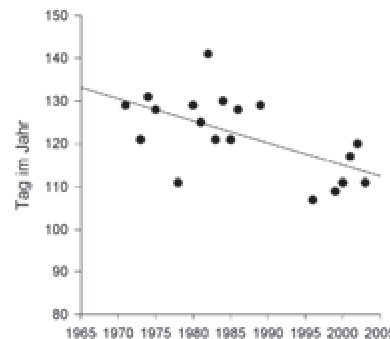


ERSTANKÜNFTE DER MEHLSCHWALBE SEIT 1970

Tübingen (330 m NN)



Stutensee (100 m NN)



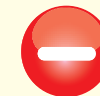
Sowohl in Tübingen als auch in Stutensee haben die Mehlschwalben ihre jährliche Ankunft im Frühjahr seit 1970 deutlich nach vorne verlegt. Quelle: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), 2005: KLARA

CHANCEN UND RISIKEN FÜR NATUR UND ARTEN



CHANCEN

- bis 1 °C Erwärmung nimmt die Artenvielfalt zu
- neue Arten werden heimisch
- Zugvögel müssen weniger weit wandern
- Bruterfolg bei Vögeln kann steigen



RISIKEN

- bei über 1 °C Erwärmung sinkt die Artenvielfalt
- etablierte Lebensgemeinschaften werden instabil
- Kälte liebende Arten sind bedroht
- Moore trocknen zeitweise aus

FOLGEN/ PERSPEKTIVEN



JE WÄRMER, DESTO WENIGER ARTEN

Durch den Klimawandel verlagern sich die Klimazonen in Europa nach Norden bzw. in die Höhe. Pflanzen und Tiere, die in unseren Breiten bisher gar nicht oder nur in warmen Lagen vorkommen, finden künftig in Baden-Württemberg neue und dauerhafte Lebensräume. Die Wissenschaftler gehen davon aus, dass bei einem moderaten Temperaturanstieg in Mitteleuropa von bis zu 1 °C die Artenvielfalt zunimmt.

Doch die Ausbreitung Wärme liebender Arten hat oftmals auch negative Folgen. So sind die Massenvermehrungen des behaarten Eichenprozessionsspinners der Bevölkerung noch gut im Gedächtnis. Die höheren Temperaturen steigern auch die Vermehrungsraten von Schädlingen wie dem Borkenkäfer. Zahlreiche Ökosysteme und deren Bewohner werden sich allerdings kaum an die Veränderung anpassen können. Sobald das Thermometer im Mittel um mehr als 1 °C nach oben klettert, dürfte die Artenvielfalt abnehmen. Davon sind dann vor allem die Kälte liebenden Arten wie die Bachforelle betroffen.

Bei den Pflanzen könnten bereits ab einem Temperaturanstieg von 1,8 °C über 30 Prozent der Arten aussterben. Dies würde sich auf 40 Prozent der Fläche Europas bemerkbar machen.



Gewinner: Gottesanbeterin



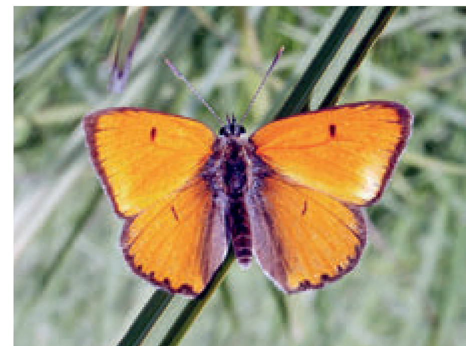
Gewinner: Südliche Mosaikjungfer

GEWINNER UND VERLIERER

Das Land hat die Folgen des Klimawandels sowohl für einzelne Arten als auch für ganze Biotope untersuchen lassen. Da es in Baden-Württemberg vor allem im Sommer trockener werden soll, sind besonders Biotope mit hohem Wasserbedarf betroffen. Wenn die Dürrephasen in Zukunft länger andauern werden, verschwinden tendenziell Nässe liebende Tier- und Pflanzenarten. Bislang dauerhaft nasse Flächen wie Moore könnten dann zeitweise austrocknen. Das würde nicht nur dort im Boden gebundenes CO_2 freisetzen, sondern auch die auf Moore spezialisierten und damit seltenen Pflanzen wie Torfmoose und Wollgräser verdrängen. Mit fortschreitender Klimaerwärmung wird es unter der Fauna und Flora im Land Gewinner und Verlierer geben. Letztere werden vor allem unter den montanen Arten in den Mittelgebirgen zu finden sein. Ob dieser Artenrückgang durch neue, aus dem Süden zugewanderte Arten „ausgeglichen" wird, bleibt abzuwarten. Der Naturschutz hat bereits erste Strategien erarbeitet, die die Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt berücksichtigen. Je größer die biologische Vielfalt eines Ökosystems ist, umso elastischer kann es bei Veränderungen reagieren. Es gilt die klimabedingten Wanderbewegungen der Arten zu unterstützen und einen ausreichend dichten Verbund an geeigneten Lebensräumen anzubieten.



Verlierer: Steinschmätzer



Gewinner: Großer Feuerfalter



Verlierer: Bachforelle

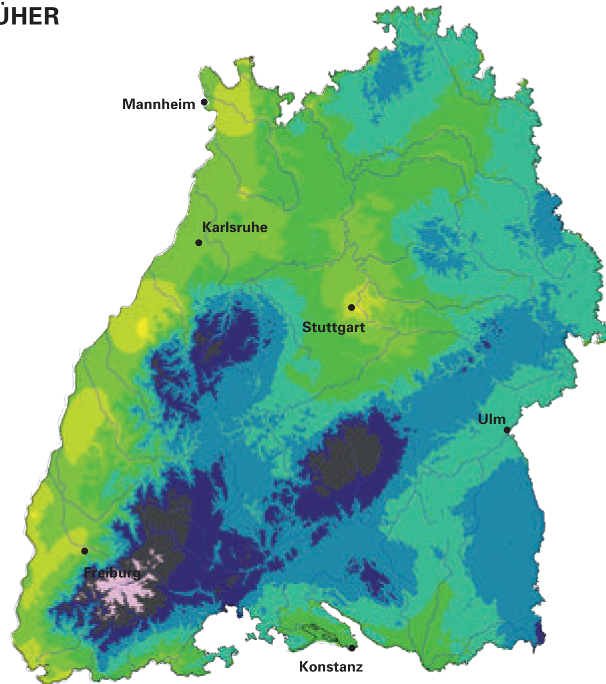
REGIONALE AUSWIRKUNGEN



DER FRÜHLING KOMMT FRÜHER

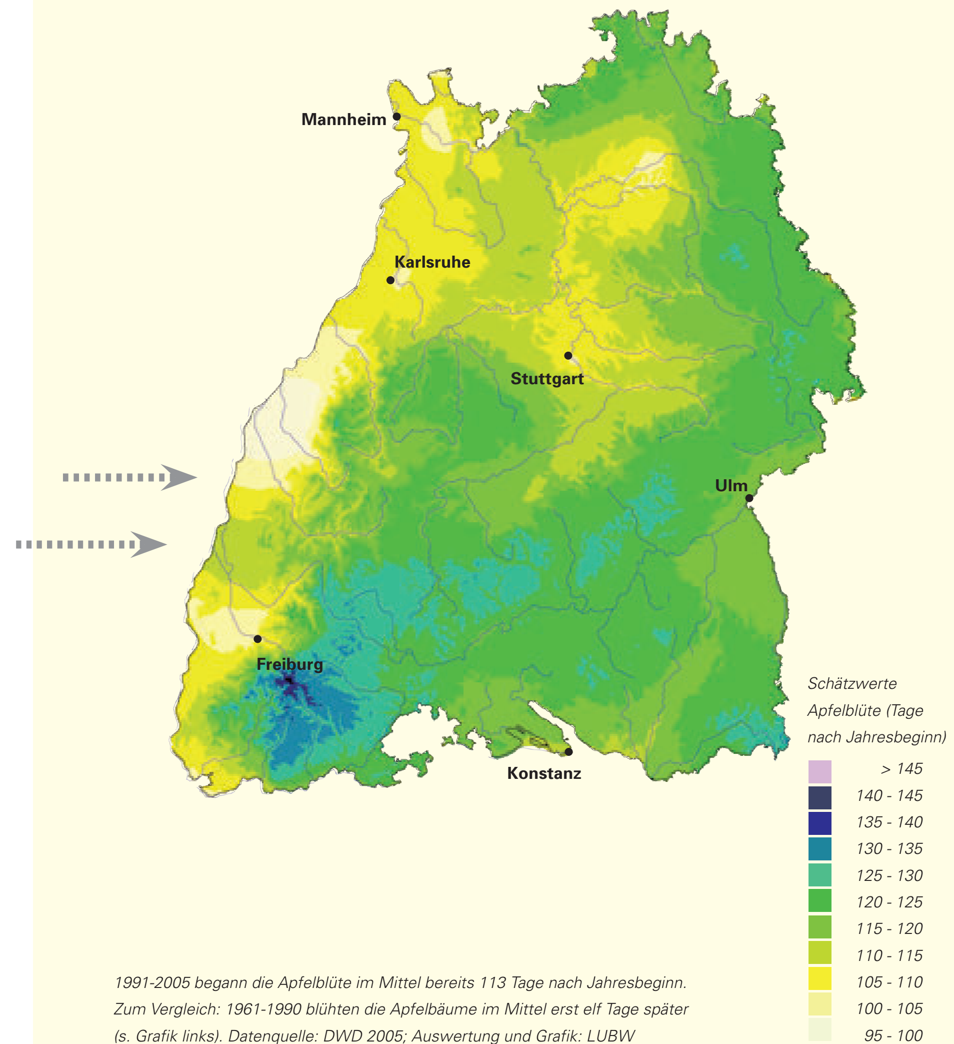
Als Frühlingsbeginn für die Vegetation wird die Apfelblüte betrachtet. Je nach Höhenlage und Kleinklima beginnt sie sehr unterschiedlich in den Regionen Baden-Württembergs – im Oberrheintal deutlich früher als an den Schwarzwaldhängen. Eines haben aber alle Regionen gemeinsam: In den letzten beiden Jahrzehnten begann der Frühling immer früher. Im Zeitraum von 1991 bis 2005 startete der Frühling für die Pflanzen um durchschnittlich elf Tage früher als im Zeitraum von 1961 bis 1990. Insgesamt nehmen die Gebiete mit früherer Apfelblüte zu. Dazu gehören mittlerweile auch Regionen mit bisher rauerem Klima. Nach Beobachtungen im Murgtal „wanderte“ die Apfelblüte im Jahr 2007 von der Rheinebene (120 m ü. NN) bis zum Schliffkopf (1043 m) mit 66 m pro Tag in nur 14 Tagen und damit fast doppelt so schnell wie im Jahr 2006.

BEGINN DER APFELBLÜTE 1961 – 1990



Beginn der Apfelblüte 1961-1990: im Mittel 124 Tage nach Jahresbeginn. Datenquelle: DWD 2005; Auswertung und Grafik: LUBW

BEGINN DER APFELBLÜTE 1991-2005



1991-2005 begann die Apfelblüte im Mittel bereits 113 Tage nach Jahresbeginn. Zum Vergleich: 1961-1990 blühten die Apfelbäume im Mittel erst elf Tage später (s. Grafik links). Datenquelle: DWD 2005; Auswertung und Grafik: LUBW



Sonnige Aussichten für Sommertouristen

Mehr Badetage im Sommer, weniger Schnee im Winter. Auf diese Kurzformel lässt sich der Klimawandel in Baden-Württemberg bringen. Gute Aussichten also für den Sommertourismus.

Baden-Württemberg ist mit rund 45,6 Millionen Übernachtungen Spitze im deutschen Tourismus. Nur Bayern hat noch mehr. Die Branche erwirtschaftet mit etwa 280.000 tourismusabhängigen Arbeitsplätzen einen Nettogesamtumsatz von 22,4 Milliarden Euro und eine Wertschöpfung von 7,5 Milliarden Euro. Entsprechend wichtig ist es, die Auswirkungen des Klimawandels abzuschätzen. Tourismusbetriebe wie Hotels, Gaststätten oder Freibäder hängen weitgehend vom Wetter ab. Welcher Tourist bucht denn schon gerne seinen Urlaub am verregneten Bodensee? Und ein Feldberg ohne Schnee muss sich wohl auf schwindende Skisportlerzahlen einstellen – oder durch neue Angebote gegensteuern.

Die Klimafolgen für den Tourismus können am besten anhand von beliebten touristischen Aktivitäten untersucht werden. Beim Sommertourismus bieten sich dazu die Badesaison am Bodensee und die Wandersaison im Schwarzwald an. Im Winter steht natürlich die Skisaison im Schwarzwald an erster Stelle. Welche Vor- und Nachteile ergeben sich für den Tourismus in diesen Gebieten, wenn es in Baden-Württemberg immer wärmer wird? Diese Frage hat vor allem das groß angelegte Forschungsvorhaben KLARA untersucht.

FAKTEN



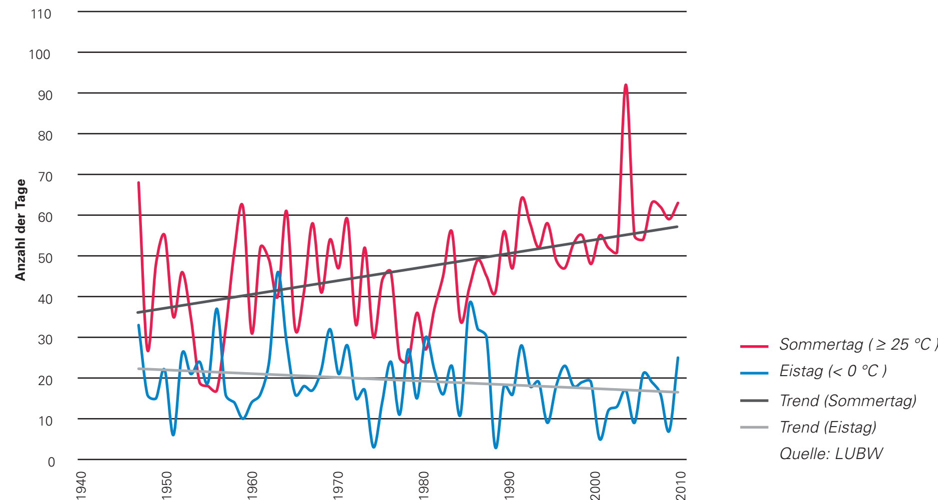
DER SOMMERTOURIST MAG’S WARM UND TROCKEN

Bevor die wahrscheinlichen Folgen des Klimawandels vernünftig abzuschätzen sind, werden verlässliche Daten zum heutigen und früheren Zustand benötigt. Aus nahe liegenden Gründen wählten die KLARA-Forscher die Zahl der Badetage am Bodensee sowie die Zahl der Wandertage im Schwarzwald als Kriterien für die Attraktivität des Sommertourismus in Baden-Württemberg. Sie definierten dabei einen Badetag mit folgenden Parametern: Die Tageshöchsttemperatur muss über 23 °C liegen, und die Sonne sollte mindestens neun Stunden lang bei höchstens leichter Bewölkung scheinen. Diese Kombination garantierte in den Freibädern rund um den Bodensee die höchsten Besucherzahlen. Für die Wandertage im Schwarzwald ergibt sich ein ähnliches Bild: Je länger die Sonne scheint und je weniger Regen fällt, desto mehr Besucher sind beispielsweise in der Wutachschlucht unterwegs. Genau umgekehrt will es dagegen der Wintertourist: Kalt und feucht muss es sein, dann fällt ausreichend Schnee für den Wintersport. Doch das sieht im Land künftig anders aus: Die Westwetterlagen mit relativ warmen Luftmassen werden im Winter wahrscheinlich zunehmen. Sie bringen zwar das notwendige Wasser, das aber immer seltener als Schnee fällt.



Skifahrer können immer seltener auf Schnee zählen

JÄHRLICHE ANZAHL DER SOMMERTAGE UND EISTAGE IN KONSTANZ

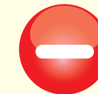


CHANCEN UND RISIKEN FÜR DEN TOURISMUS



CHANCEN

- mehr Badetage im Jahr
- mehr fürs Wandern geeignete Tage
- Chancen für neue Tourismusangebote



RISIKEN

- weniger Schnee auch in den Höhenlagen
- Gefahr zunehmender Schäden an touristischer Infrastruktur
- Gefahr von Umsatzrückgängen einzelner Tourismusbetriebe

FOLGEN/ PERSPEKTIVEN



BADEN UND WANDERN GUT, SKI UND RODEL SCHLECHT

In Zukunft sind für den Sommer- und Wintertourismus in Baden-Württemberg gute und schlechte Aussichten absehbar. Die Zahl der potenziellen Badetage am Bodensee könnte laut KLARA im Zeitraum von 2026 bis 2055 um durchschnittlich vier Tage zunehmen. Wenn man bedenkt, dass das Minimum im Jahr 1972 bei nur 8 Badetagen (Bodman) lag, erschließt sich die wirtschaftliche Bedeutung dieser zusätzlichen Badetage. Zum Vergleich: Das Maximum lag im Jahr 2000 in Immenstaad bei 43 Badetagen. Gleichzeitig wird sich wohl auch die Badesaison verlängern: Die künftigen Touristen können die ersten Badetage wahrscheinlich bereits 14 bis 21 Tage früher als bisher genießen oder ihren Badeurlaub noch drei bis vier Wochen nach hinten verschieben.

Für die Wandertage im Schwarzwald wurden die tägliche Höchsttemperatur, die Luftfeuchtigkeit und die tägliche Sonnenscheindauer untersucht. Danach können die Wandertouristen der Zukunft (2026-2055) wahrscheinlich mit leicht erhöhter Sonnenscheindauer im Frühjahr rechnen. Zudem wird es insgesamt trockener und wärmer, nämlich um mindestens 1 °C im 30-jährigen Mittel. Gute Klima-Aussichten also für die zukünftigen Wanderer im Schwarzwald!

SCHLECHTERE AUSSICHTEN FÜR WINTERSPORTLER

Bleibt noch der Wintertourismus: Wie nicht anders zu erwarten, sorgt die Klimaerwärmung dafür, dass bis in die Schwarzwaldhöhen weniger Schnee liegen wird. Die Klimatologen gehen für die zukünftigen Winter davon aus, dass die Westwetterlagen mit ihren wärmeren und feuchteren Luftmassen zunehmen, während die arktischen Kältehochs zurückgehen. Nur in den höchsten Lagen werden die Niederschläge als Schnee liegen bleiben. Im Vergleich zu den Jahren 1994 bis 2003 geht die Zahl der Schneetage in den Jahren 2021 bis 2030 in tieferen Lagen um mehr als 18 Prozent und um rund 23 Prozent in Höhenlagen zwischen 500 und 1.000 Metern zurück. Noch schlimmer sind die Aussichten für die Jahre 2041 bis 2050: Die Forscher rechnen mit 25 bis 44 Prozent weniger Schneetagen für die Gipfellagen des Schwarzwalds, in den tieferen Lagen mit bis zu 65 Prozent. Dem Skitourismus stehen magere Zeiten bevor.



Wanderer im Schwarzwald können mit mehr Sonnenschein pro Tag rechnen

REGIONALE AUSWIRKUNGEN

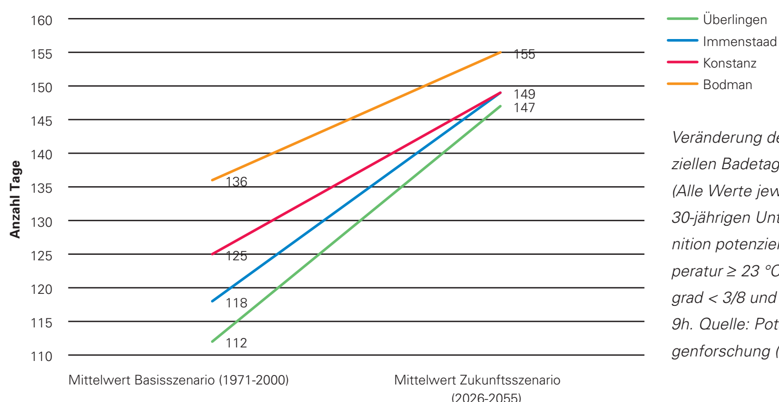


CHANCEN UND RISIKEN

Der Klimawandel birgt für die Tourismusbranche des Landes Chancen und Risiken. Klimaveränderungen im Mittelmeerraum lassen etwas kühlere Gefilde touristisch attraktiver werden. Stärkere Reiseströme nach Norden sind zu erwarten – auch zu Gunsten von Baden-Württemberg. Dabei wird sich die zunehmende Zahl der Sommertage nicht nur positiv auf die Anzahl der Badetage und die Länge der Badesaison, insbesondere in der Tourismusregion Bodensee, auswirken. Von den wärmeren und niederschlagsärmeren Sommern werden auch der Rad- , Wander- und Naturtourismus profitieren – eine positive Entwicklung für die vielen landschaftlich reizvollen Regionen des Landes. Darüber hinaus ist im ganzen Land mit einem Anstieg des Städte- und Kulturtourismus zu rechnen.

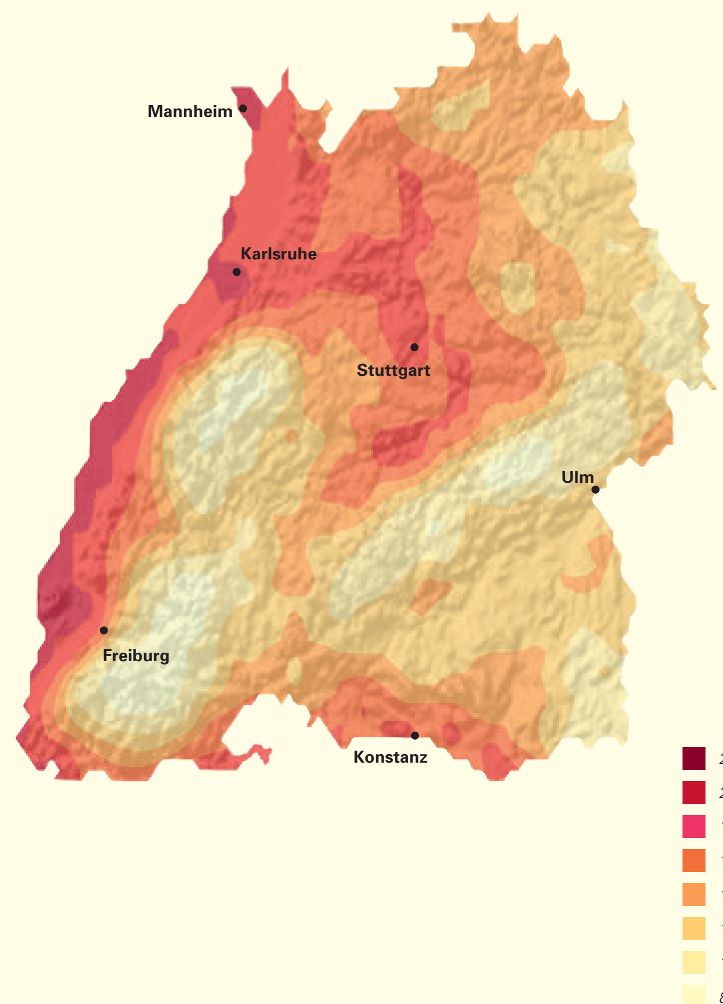
Auf der anderen Seite sind in verschiedenen Regionen des Landes höhere Schäden an der touristischen Infrastruktur durch die Folgen des Klimawandels zu erwarten, z.B. durch Überschwemmungen oder Unwetter. Aufgrund des Temperaturanstiegs nimmt auf der Schwäbischen Alb und im Schwarzwald die Schneesicherheit ab. Die Tourismusbranche steht hier vor der Herausforderung, die Wintersportangebote anzupassen und neue Reiseanlässe und Urlaubsaktivitäten zu präsentieren.

LÄNGE DER BADESAISON AM BODENSEE



Veränderung der Spannweiten von potenziellen Badetagen in der Bodenseeregion. (Alle Werte jeweils gemittelt über den 30-jährigen Untersuchungszeitraum). Definition potenzieller Badetag: Maximaltemperatur ≥ 23 °C, mittlerer Bewölkungsgrad < 3/8 und Sonnenscheindauer min. 9h. Quelle: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), 2005: KLARA

ENTWICKLUNG DER ANZAHL DER SOMMERTAGE BIS 2040



Änderung der Anzahl der Sommertage (≥ 25 °C) zwischen 1971-2000 und 2011-2040. Quelle: IMK-TRO/KIT, 2010



Klimaschutz und Anpassung sparen Kosten

Ohne geeignete Anpassungsmaßnahmen dürfte der Klimawandel weltweit hohe Folgekosten nach sich ziehen: Zum Beispiel durch Sturm- und Hochwasserschäden. Investitionen in den Klimaschutz und Anpassungsmaßnahmen wären für alle günstiger.

Die Klimaerwärmung kann auch ökonomisch zum Problem werden. Extreme Wetterereignisse wie Stürme, Hagel oder Überschwemmungen könnten häufiger und intensiver auftreten. Die dadurch verursachten Schäden an Gebäuden, Fahrzeugen oder in der Land- und Forstwirtschaft würden zunehmen. Wenn der Klimawandel ungebremst weiter geht, ist mit erheblichen volkswirtschaftlichen Kosten zu rechnen. Der britische Stern-Report von 2006 geht bei einem Temperaturanstieg von 4,5 °C, je nach Szenario, von Kosten von 5 bis zu 20 Prozent des globalen Bruttosozialprodukts bis zum Jahr 2100 aus. Eine gigantische Summe! Damit könnte der Klimawandel zu einer weltweiten Rezession führen. Investitionen in CO_2-Sparmaßnahmen und geeignete Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel führen daher zu erheblichen Kosteneinsparungen. Nichtstun ist daher keine Alternative. Ein effizienter Einsatz der Finanzmittel ist umso wichtiger, weil der Klimawandel heute nur noch abgeschwächt, aber nicht mehr aufgehalten werden kann. Doch jedes Grad Temperaturzunahme weniger spart Milliarden.

FAKTEN



TEUERER KLIMAWANDEL

In den vergangenen Jahren traten in Deutschland verstärkt Hitzewellen und Starkregen auf.

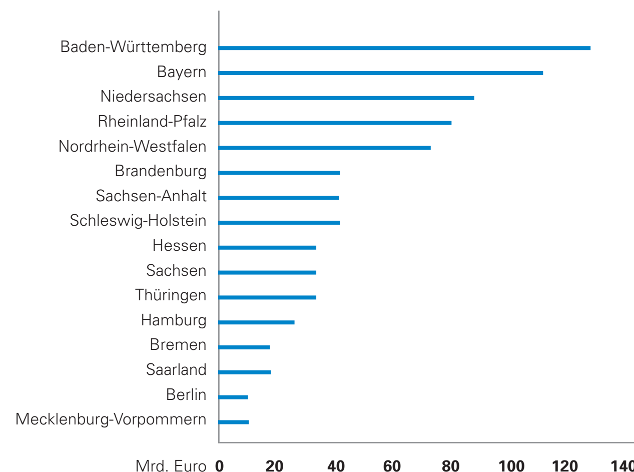
Das „Jahrtausendhochwasser“ an der Elbe verursachte besonders hohe Schäden: Die Münchener Rückversicherung bezifferte dessen Kosten allein in Deutschland auf 9,2 Milliarden Euro.

Die globalen Schäden durch extreme Klima-Ereignisse gab die Münchener Rück für das Jahr 2002 mit 52,5 Milliarden Euro an. Solche Kosten haben, laut Berechnung der weltgrößten Rückversicherung, in den letzten 30 Jahren um den Faktor 15 zugenommen.

Zu den versicherten Schäden müssen jedoch Schäden an der Infrastruktur, durch Produktionsausfälle sowie durch Krankheiten und Todesfälle hinzu gerechnet werden. So schätzte das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) die volkswirtschaftlichen Kosten für den Hitzesommer 2003 auf zehn bis 17 Milliarden Euro für ganz Europa. Auch wenn manche Branchen am Wiederaufbau verdienen, so sind die durch den Klimawandel verursachten Kosten doch deutlich höher.



KOSTEN DURCH KLIMAFOLGESCHÄDEN



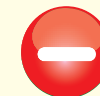
Kosten (kumuliert bis 2050) durch Klimaschäden nach Bundesländern in Milliarden Euro. Baden-Württemberg wird im Vergleich mit anderen Bundesländern stark von den Kosten durch Klimaschäden betroffen sein. Quelle: Berechnungen des DIW Berlin, 2008

CHANCEN UND RISIKEN FÜR DIE WIRTSCHAFT



CHANCEN

- Klimaschutzmaßnahmen schaffen Arbeitsplätze, z. B. in Bauhandwerk und Solarindustrie
- Anpassungsmaßnahmen stützen die wirtschaftliche Entwicklung



RISIKEN

- Klimaschäden verursachen Milliarden Kosten
- Arbeitsproduktivität sinkt bei Hitze
- Versicherungsprämien steigen

FOLGEN/ PERSPEKTIVEN



MILLIARDENKOSTEN DROHEN

Es muss im Rahmen internationaler Verhandlungen gelingen, den Klimawandel durch effektive Klimaschutzmaßnahmen zu begrenzen. Ansonsten könnte die deutsche Volkswirtschaft ohne geeignete Anpassungsmaßnahmen zur Beseitigung der Schäden durch Extremereignisse wie Überschwemmungen, Hitzewellen oder Stürme laut dem Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) in den nächsten 50 Jahren bis zu 800 Milliarden Euro aufbringen müssen. Das sind rund drei Prozent des Bruttosozialprodukts in diesem Zeitraum.

Neben direkten ökonomischen Folgen auf Energieerzeugung, Landwirtschaft und Industrie berücksichtigten die Wirtschaftswissenschaftler dabei auch Kosten durch erhöhte Waldbrandgefahr oder steigende Gesundheitskosten. Die Investitionen in CO_2-mindernde Maßnahmen, die eine stärkere Klimaerwärmung und damit hohe Kosten verhindern, würden nach Ansicht des DIW nur bei einem Prozent des Bruttosozialprodukts liegen. Durch eine schnelle und effektive Klimaschutzpolitik könnten bis zum Jahr 2050 weltweit Schäden von bis zu 169 Billionen Euro vermieden werden.

VORBEUGEN SPART KOSTEN

Ein gutes Beispiel für eine nachhaltige Klimapolitik sind die verschiedenen Vorgaben für Maßnahmen im Gebäudebereich. Die Investition für Energiesparmaßnahmen lohnen sich, zumindest auf längere Sicht, da dadurch Energiekosten eingespart werden können. Hinzu kommen die positiven wirtschaftlichen Effekte, vor allem für die Bau- und Energiebranche.

Im Bereich der Erneuerbaren Energien arbeiten bereits heute mehr als 250.000 Menschen, Tendenz stark steigend. Innovative, CO_2-freie Energietechniken „made in Germany“ könnten noch mehr als heute zum Exportschlager werden, sofern wir unseren Vorsprung halten. Eine europäisch abgestimmte Klimaschutzpolitik und vermehrte Anstrengungen bei Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel sind dazu entscheidende komplementäre Schritte. Klimaschutzpolitik beginnt heute; eine energie- und ressourceneffiziente Wirtschaftsweise sichern unserem Land langfristige Wettbewerbsvorteile. Eine zögerliche Klimaschutzpolitik führt nach Berechnungen des DIW zu einer gefährlichen Klimaerwärmung und damit zu immensen Kosten. Der Klimaschutz muss schon heute intensiv voran gebracht werden. Dazu kommt, dass Ressourcen wie Öl oder Gas zunehmend knapp werden.



Donau-Hochwasser in Riedlingen





Informationsbroschüre des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg zum Erneuerbare-Wärme-Gesetz

REGIONALE AUSWIRKUNGEN



REGIONALES

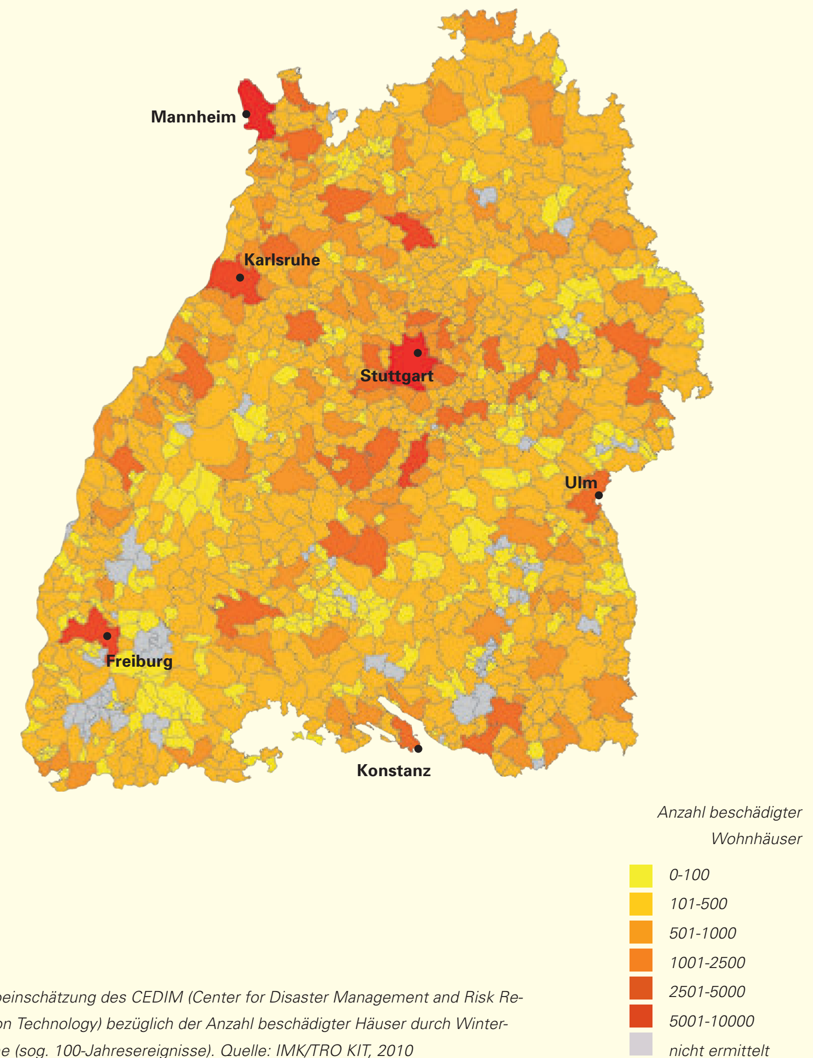
Bereits in der Vergangenheit haben mehrere Winterstürme in Baden-Württemberg große Schäden an Gebäuden verursacht. Neben dem Orkantief Lothar (1999, insgesamt 8,6 Milliarden Euro) schlugen auch Vivian und Wiebke (1990), Martin (1999), Kyrill (2007) oder Xynthia (2010) zu. In Zukunft ist im Land mit verstärkten Hochwassergefahren vor allem im Winter zu rechnen. Falls die globale Durchschnittstemperatur bis zum Jahr 2100 um 4,5 °C steigt, werden Schäden durch extreme Wetterereignisse und ohne geeignete Anpassungsmaßnahmen insbesondere die wirtschafts- und bevölkerungsstarken Bundesländer treffen.

Nach DIW-Berechnungen könnten sich diese Kosten allein für Baden-Württemberg in den kommenden Jahrzehnten auf mehr als 100 Milliarden Euro belaufen.



Häuser, Autos und Infrastruktureinrichtungen nehmen Schaden bei Stürmen und anderen Extremereignissen

ANFÄLLIGKEIT DER REGIONEN FÜR SCHÄDEN DURCH WINTERSTÜRME



Risikoeinschätzung des CEDIM (Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology) bezüglich der Anzahl beschädigter Häuser durch Winterstürme (sog. 100-Jahresereignisse). Quelle: IMK/TRO KIT, 2010

Ausblick

Entwicklung von Anpassungsstrategien

Nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft ist der Klimawandel schon heute Tatsache. Durch eine entschlossene Klimapolitik können die Auswirkungen jedoch begrenzt werden.

Allen voran muss die weitere Entwicklung des Klimawandels, d.h. die Geschwindigkeit und das Ausmaß der Klimaveränderungen, durch umfangreiche Klimaschutzmaßnahmen begrenzt werden.

Wissenschaft und Politik sind sich weitgehend einig, dass bei einer Begrenzung des Anstiegs der globalen Durchschnittstemperatur auf maximal 2 °C über dem vorindustriellen Niveau die Folgen durch geeignete und rechtzeitige Anpassungsmaßnahmen aufzufangen sind und schwere Folgen weitgehend vermieden werden können. Dieses Ziel Deutschlands und der Europäischen Union erfordert eine deutliche Reduktion der Treibhausgas-Emissionen. Baden-Württemberg möchte als hochentwickeltes und technologisch führendes Land seine Vorbildfunktion wahrnehmen und einen wirkungsvollen Beitrag zur Erreichung der nationalen und internationalen Klimaschutzziele leisten. Die Landesregierung hat daher die Energie- und Klimapolitik des Landes neu ausgerichtet. Zum einen wurde ein Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg mit verbindlichen Zielen für die Minderung der Treibhausgasemissionen im Land verabschiedet. Darauf aufbauend wurde ein integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept mit den notwendigen Maßnahmen zur Zielerreichung erstellt.



Hochwasserschutz vor einer Einfahrt



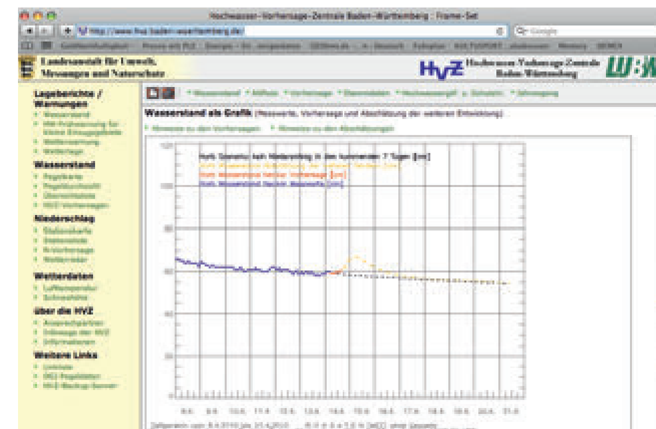
Niedrigwasser

Die vorgestellten Untersuchungsergebnisse zeigen aber auch die Notwendigkeit, sich mit den Auswirkungen der Klimaänderung auch auf der regionalen Ebene frühzeitig auseinander zu setzen. Eine verantwortungsbewusste Klimapolitik muss demnach neben einem ambitionierten Klimaschutz zur Vermeidung der Freisetzung von klimaschädlichen Treibhausgasen auch die Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen an die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels umfassen.

Mit der Anpassung an den Klimawandel beschäftigen sich alle staatlichen Ebenen – von der Europäischen Union bis hin zu den Kommunen. Die Europäische Kommission hat im Jahre 2013 die EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel verabschiedet. Damit besteht ein Handlungsrahmen, der nationale, regionale und lokale Anstrengungen sinnvoll ergänzen soll. Die Bundesregierung hat im Dezember 2008 die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) beschlossen. In der Weiterentwicklung und Konkretisierung der DAS wurde Ende August 2011 der mit den Ländern abgestimmte „Aktionsplan Anpassung“ (APA) vom Bundeskabinett beschlossen. Das Land Baden-Württemberg hat sich bereits bei der Erstellung der DAS und des APA inhaltlich eingebracht und will sich auch bei der weiteren Umsetzung engagieren.

Darüber hinaus wird das Land eine eigene Anpassungsstrategie entwickeln, die die Deutsche Anpassungsstrategie mit dem Aktionsplan berücksichtigt und speziell auf die baden-württembergischen Erfordernisse abgestimmt ist. Damit soll ein Handlungsrahmen mit Zielen und Umsetzungsstrukturen für Anpassungsmaßnahmen an die Folgen des Klimawandels in Baden-Württemberg geschaffen werden. Die negativen Folgen des Klimawandels sollen so vermieden, mögliche Chancen genutzt und Klimafolgekosten gesenkt werden. Die Folgen des Klimawandels werden mit unterschiedlichen Zeithorizonten viele gesellschaftliche Bereiche betreffen. Infolgedessen soll die baden-württembergische Anpassungsstrategie mit Betroffenen und Akteuren aus verschiedenen Bereichen sukzessive entwickelt und fortgeschrieben werden. Auch die Ergebnisse des aktuellen Forschungsprogramms KLIMOPASS sollen hier berücksichtigt werden. Mit der Anpassungsstrategie wird das Land auch die vom Klimawandel Betroffenen über sinnvolle Anpassungsmöglichkeiten als Hilfe zur Selbsthilfe informieren. Über die konkrete Umsetzung und Durchführung einzelner Maßnahmen muss vor Ort entschieden werden. Die Anpassung an den Klimawandel ist somit auch ein wichtiges kommunales Thema. Besonders dringende Anpassungsmaßnahmen sind schon realisiert worden. Darunter fallen die in dieser Broschüre erwähnten Maßnahmen des Hitzewarndienstes, des Hochwasserschutzes und des Niedrigwassermanagements.

WASSERSTANDSVORHERSAGE NIEDRIGWASSERMANAGEMENT



Hochwasser-Vorhersage-Zentrale Baden-Württemberg: Wasserstandsvorhersage für Horb am Neckar vom 15. April 2010 Quelle: www.hvz.lubw.baden-wuerttemberg.de

Weitere Informationen

WEITERE INFORMATIONEN FINDEN SIE IM INTERNET UNTER:

www.um.baden-wuerttemberg.de
www.lubw.baden-wuerttemberg.de
www.hvz.lubw.baden-wuerttemberg.de
www.herausforderung-klimawandel-bw.de
www.themenpark-umwelt.baden-wuerttemberg.de
www.kliwa.de
www.wettergefahren-fruehwarnung.de
www.dwd.de
www.klimadiagramme.de
www.ipcc.ch

BILDNACHWEIS

Titel: Falk Herrmann; S. 2: Erich Spiegelhalter/STG; S. 3: UVM; S. 4: Reto Stöckli/NASA; S. 6: LUBW; S. 8: ÖkoMedia GmbH, LUBW; S. 10: Pixelio; S. 11: Pixelio, Georg Müller/Wolkenatlas.de; S. 12: Shutterstock; S. 13: Pixelio; S. 14: J. Gathany, Pixelio; S. 15: Pixelio; LUBW; S. 16: LUBW; S. 17: Wolfgang Hennegriff (2x), LUBW; S. 18: Lersch, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit; LUBW S. 19: Pixelio; S. 20: Gerd Glomb, solum, büro für boden + geologie Freiburg; Seite 21: LUBW, ÖkoMedia GmbH; S 22: Landratsamt Ortenaukreis, LUBW, M. Linnenbach; Seite 23: Pixelio, Landratsamt Ortenaukreis; S. 24: Schneider-Rapp/Ökonsult; S. 25: Wolfgang Hennegriff , Pixelio, LUBW; S. 26: Pixelio (2x), LUBW; S. 27: TMBW, STG; S. 28: Schlosser; S. 29: Schlosser, TI Feldberg; S. 30: Pixelio (2x); S. 31: Erich Spiegelhalter/STG, Pixelio; S. 32: Shutterstock; S. 33: Pixelio, Shutterstock; S. 34: Pixelio, U. Weibel, H. Dannenmayer, F.-J. Schiel, C. Bißdorf, K. Dahl; S. 35: Pixelio; S. 36: Michael Bremer; S. 37: TI Schluchsee, Andreas Greiner; S. 38: Michael Sauer/STG, Erich Spiegelhalter/TI Titisee; S. 39: Bodensee-Therme Konstanz; S. 40: Pixelio; S. 41: Pixelio (2x); S. 42: Pixelio, LUBW; S. 43: Shutterstock, LUBW; S. 44: Pixelio; S. 45: IBS GmbH, Lersch

Impressum

HERAUSGEBER

Ministerium für Umwelt, Klima und
Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Kernerplatz 9
70182 Stuttgart
Telefon 0711-126-0
www.um.baden-wuerttemberg.de

LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen
und Naturschutz Baden-Württemberg
Griesbachstraße 1
76185 Karlsruhe
Telefon 0721-5600-0
www.lubw.baden-wuerttemberg.de

IN ZUSAMMENARBEIT MIT

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Meteorologie und Klimaforschung
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Telefon 07247 82-2085
www.imk-tro.kit.edu

Süddeutsches Klimabüro
Wolfgang-Gaede-Str. 1
76131 Karlsruhe
0721 608 2831
www.sueddeutsches-klimabuero.de

4. Auflage: Dezember 2016

ISBN 978-3-88251-368-4

TEXT, GESTALTUNG

LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen
und Naturschutz Baden-Württemberg
ÖkoMedia GmbH, Stuttgart
Ökonsult, Stuttgart

REDAKTION

Dr. Harald Gebhardt, Dr. Kai Höpker
LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen
und Naturschutz Baden-Württemberg

Diese Broschüre ist klimaneutral
auf Recyclingpapier gedruckt



ClimatePartner
klimaneutral
Druck | ID 10482-1611-1002